

UNTERSUCHUNGEN
ZUR
MORPHOLOGIE DER GEFÄSSKRYPTOGAMEN

VON
DR. K. PRANTL,
PRIVATDOCENT DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG.

I. HEFT.
DIE HYMENOPHYLLACEEN,
DIE NIEDRIGSTE ENTWICKLUNGSREIHE DER FARNE.

MIT SECHS TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1875.

UNTERSUCHUNGEN

VON

MORPHOLOGIE DER GEFÄSSKRYSTALLEN

VON



I. HEFT.

DIE HYMENOPHYLLACEEN.

DIE NIEDRIGSTE ENTWICKELUNGSFORM DER FARNE.

MIT SECHS TAFELN.

LEIPZIG.

Das Recht der Uebersetzung bleibt vorbehalten.

1870.

mit während meines Aufenthalts in München im verfloßenen Winter, Untersuchungs-
material und Arbeitsraum in den dortigen Sammlungen zur Verfügung stellen, sowie
den Herren Gustav Dr. Engler in München, Professor Dr. Schimper in Leipzig, Pro-
fessor Dr. Leichter in Gießen, Dr. Warming in Kopenhagen und Dr. Petersen in Leipzig,
welchen ich die Unterstützung mit Untersuchungsmaterial, literarischen Hilfsmitteln und
freundlichen Rathschlüssen verdanke.

Wien, im Juni 1875.

Der Verfasser.

VORWORT.

Mit vorliegendem Hefte übergebe ich der Oeffentlichkeit den ersten Theil einer Reihe von Untersuchungen, welche die Morphologie der Gefäßkryptogamen vom Standpunkte der Descendenztheorie zum Gegenstande haben. Zum Anfange wähle ich die einfachst organisirte Gruppe: die Hymenophyllaceen. Hieran sollen sich im nächsten Hefte die Osmundaceen nebst den sich daran anschliessenden Ordnungen reihen, deren Untersuchung bereits ziemlich weit vorgeschritten ist. In ähnlicher Weise sollen dann die Polypodiaceen sowie die Lycopodinen und Equisetinen behandelt werden, um eine sichere Basis für die Anknüpfung der Phanerogamen zu gewinnen.

Wenn ich es hiemit zum erstenmale wage, mit eigenen Ideen und selbstständig ausgeführten Untersuchungen vor die Oeffentlichkeit zu treten, so ist es mir zugleich die angenehmste Pflicht, meinen hochverehrten Lehrern, welche meinen Entwicklungsgang förderten, den tiefsten Dank auszusprechen, Herrn Professor Dr. NÄGELI, unter dessen gründlicher Leitung ich in morphologische Arbeiten eingeführt wurde, und Herrn Hofrath Dr. SACHS, in dessen Laboratorium ich während dreier Jahre ausser der Orientirung in physiologischen Fragen, Anregung in den verschiedensten Richtungen erhielt.

In Betreff der in diesem Hefte publicirten Untersuchungen bin ich noch besonders Herrn Professor NÄGELI und Herrn Professor ZITTEL zu Danke verpflichtet, welche

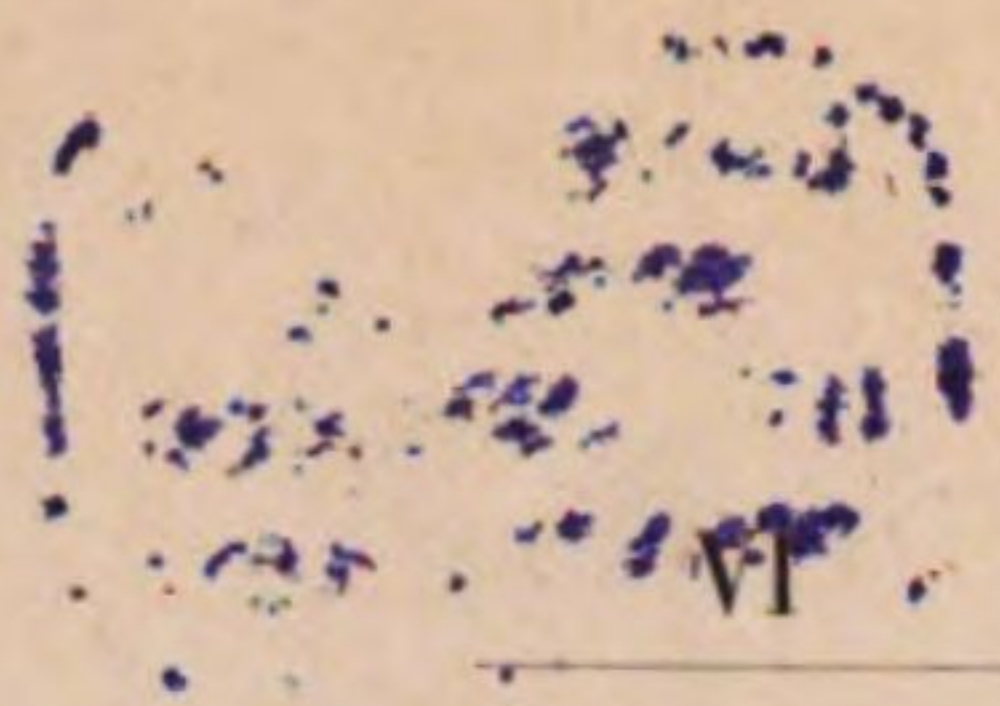
mir während meines Aufenthalts in München im verflossenen Winter, Untersuchungsmaterial und Arbeitsraum in den dortigen Sammlungen zur Verfügung stellten, sowie den Herren Custos Dr. ENGLER in München, Professor Dr. SURINGAR in Leyden, Professor Dr. LEITGEB in Graz, Dr. WARMING in Kopenhagen und Dr. LÜRSSEN in Leipzig, welchen ich die Unterstützung mit Untersuchungsmaterial, literarischen Hilfsmitteln und freundlichen Rathschlägen verdanke.

Würzburg, im Juni 1875.

Der Verfasser.

INHALTS-ÜBERSICHT.

	Seite
Einleitung	4
I. Allgemeine Darstellung des morphologischen und anatomischen Baues	3
1. Der Aufbau des Blattes	3
Scheitelwachsthum	4
Architectur	7
Cardiomanes	7
Trichomaneen	7
Ptilophylleen	10
Hymenophylleen	13
Fossile Formen	14
2. Die Anatomie des Blattes	15
Entwicklungsgeschichte und Bau des Nerven	15
Fibrovasalstrang	16
Rinde	22
Epidermis	22
Mesophyll	23
Scheinnerven	23
Streifen	24
3. Der Stamm	24
Blattstellung	25
Verzweigung	25
Scheitelwachsthum	26
Anatomischer Bau	26
Adventivknospen	28
4. Die Wurzeln	29
Vorkommen und Stellung	29
Scheitelwachsthum	31
Anatomischer Bau	31
5. Haare und sonstige Anhangsgebilde	31
Haare des Blattnerven	32
Haare des Blattrandes	32
Spreuhaare	33
Rhizinen	34
Lamellen	34
6. Der Sorus und die Sporangien	35
Receptaculum und Indusium	35
Entwicklung des Sorus	35
Anschluss an die Gewebe des Nerven	37
Gestalt des Receptaculums	37
Gestalt des Indusiums	38
Entwicklung und Bau des Sporangiums	38
Paraphysen	44
7. Die Keimung der Sporen	44



	Seite
II. Systematische Uebersicht der Gattungen.	43
Allgemeines	43
I. Trichomanoideae	45
1. Cardiomaneae	45
1. Cardiomanes	45
2. Ptilophylleae	45
2. Hemiphlebium	45
3. Ptilophyllum	47
4. Lacostea	49
3. Trichomaneae	50
5. Gonocormus	50
6. Trichomanes	51
II. Hymenophylloideae	53
7. Hymenophyllum	54
Uebersicht der Familien.	56
III. Theoretische Schlussbetrachtungen	57
Der Stammbaum der Hymenophyllaceen	57
Die Entwicklung der allgemeinen Charaktere	58
Der einfachste Typus der Ordnung	61
Die Homologie des Sorus mit der Mooskapsel	62
Vergleich der Embryonen	63
Das Scheitelwachsthum des Blattes in seinen Beziehungen	64
Erklärung der Tafeln	69

33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1



Einleitung.

Die durch HOFMEISTER begründete Auffassung des Generationswechsels im Pflanzenreiche hat im Lichte der Descendenztheorie erhöhte Bedeutung gewonnen. Während HOFMEISTER die sporenbildende Pflanze der Gefässkryptogamen und der Phanerogamen mit der Moosfrucht, das Prothallium und das Endosperm der Gymnospermen mit der sexuellen Moospflanze verglich, fordert die Descendenztheorie einen genetischen Zusammenhang der gleichwerthigen Gebilde. Aus der Voraussetzung dieses genetischen Zusammenhangs ergibt sich alsdann die Folgerung, dass die morphologische Differenzirung der sporenbildenden Generation in Stamm und Blatt (und Wurzel) an der Stelle des Uebergangs von den Moosen zu den Gefässkryptogamen von Neuem begonnen haben muss.

Es tritt somit die Frage heran, ob es gelingt, von den einfachst gebauten Repräsentanten der Gefässkryptogamen ausgehend, eine Vorstellung über den Gang dieser Differenzirung und hiemit eine Grundlage für die morphologische Betrachtung aller Gefässpflanzen zu gewinnen.

Einen der niedrigsten Typen aus der Gruppe der Gefässkryptogamen glaubte ich nach dem bisherigen Stand der Kenntnisse in der Farn-Ordnung der Hymenophyllaceen suchen zu dürfen, eine Vermuthung, welche die im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen bestätigen werden. Ich glaube im weiteren Verlaufe zeigen zu können, dass sich in den Hymenophyllaceen die Ausgangspunkte für die allen übrigen Ordnungen der Farne (einschliesslich der Rhizocarpeen) und vielleicht noch den Cycadeen zukommenden Charaktere erkennen lassen. Um jedoch allen Missverständnissen von vornherein vorzubeugen, will ich schon hier bemerken, dass ich nicht etwa in den Hymenophyllaceen die Stammformen der anderen Farne suche, sondern sie vielmehr für eine Entwicklungsreihe halte, welche unter den vom Urtypus der Farne ausstrahlenden Reihen den verhältnissmässig niedrigsten Höhepunct der Entwicklung erreicht hat.

Zugleich werden sich Anhaltspunkte ergeben, welche den Gang der morphologischen Differenzirung, wenn auch nicht im Detail festzustellen, so doch wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit anzudeuten gestatten werden.

Die Begrenzung und Charakteristik der Ordnung der Hymenophyllaceen gegenüber den übrigen Farnen wird sich natürlich erst später geben lassen, wenn die übrigen Ordnungen in ähnlicher Weise untersucht sein werden. Daher habe ich auch die in ihrer Stellung zweifelhafte Gattung *Loxsoma* einstweilen vollständig ignorirt und mich auf die Schilderung der Arten beschränkt, welche von den Autoren in die beiden Gattungen *Hymenophyllum* und *Trichomanes* vertheilt werden. Der Uebersichtlichkeit halber habe ich im allgemeinen Theile bereits die Eintheilung in sieben Gattungen, die im zweiten Theile dargestellt werden soll, mit der dadurch bedingten Nomenclatur zu Grunde gelegt; doch sei zur Orientirung vorläufig bemerkt, das sich die Gattung *Hymenophyllum* im fast allgemein angenommenen Sinne *HOOKER'S* und *METTENIUS'* belassen habe, somit meine übrigen Gattungen unter *Trichomanes HOOKER, METTENIUS* und der meisten Autoren fallen.

I.

Allgemeine Darstellung des morphologischen und anatomischen Baues.

1. Der Aufbau des Blattes.

Nach dem in der Einleitung ausgesprochenen Gedankengange musste vor Allem derjenige Theil der Farnpflanze, auf welchen die Sporenbildung ausschliesslich beschränkt ist, in welchem somit das ursprünglich Wesentlichste der ganzen Farnpflanze gesucht werden musste, nämlich das Blatt, Gegenstand hervorragender Aufmerksamkeit werden.

Schon der Habitus der verschiedenen Hymenophyllaceen legt die Anschauung sehr nahe, dass die Entwicklung von einfachen, mit kleinen, ungetheilten Blättern ausgestatteten Pflänzchen ausging. Von diesen einfachsten Repräsentanten führen allmähliche, in den einzelnen Stufen kaum merkliche Uebergangsreihen hinauf bis zu den vielfach getheilten, habituell sehr an Davalliaceen erinnernden Blätter der grössten Arten, unter denen das am genauesten bekannte *Trichomanes speciosum* WILLD.¹⁾ noch lange nicht das Extrem vorstellt.

Ebenso leicht fällt es auf, dass die Theilung des Blattes mit der Verzweigung der Nerven in sehr engem Zusammenhange steht, ein Umstand, der, wie wir sogleich sehen werden, in der Entwicklungsgeschichte des Blattes begründet ist.

Wählen wir zum Ausgangspunkte dieser entwicklungsgeschichtlichen Betrachtung einen möglichst übersichtlichen Fall, wie ihn uns z. B. das Blatt von *Trichomanes Schmidianum* bietet, und sehen von den allerjüngsten Zuständen des Blattes vorläufig ab, so finden wir an einem in lebhafter Flächenentwicklung befindlichen Blatte schon beim ersten Blicke durch das Mikroskop die Zellbildungsherde auf die Stellen beschränkt, wo die Nerven in den Rand auslaufen. Das Theilungsgesetz an diesen Vegetationspunkten ist im Allgemeinen dasselbe, wie es für *Asplenium* von SADEBECK²⁾ festgestellt wurde. Da mit diesen Vorgängen die Ausbildung der verschiedenen Blattformen im engsten Zusammenhange steht, so sei es gestattet, hier dieses Theilungsgesetz genauer zu schildern³⁾.

1) Von dieser Art (*T. radicans* Aut., nec Sw.) verdanke ich der Güte des Herrn Prof. SURINGAR reichliches lebendes Material.

2) R. SADEBECK, Ueber die Entwicklung des Farnblattes. Berlin 1874. Auch in: Verhandlungen des botan. Vereins f. d. Prov. Brandenburg XV. p. 116 ff.

3) Um diese Vorgänge, sowie andere entwicklungsgeschichtliche Details an Herbarmaterial festzustellen, wandte ich mit gutem Erfolge folgende Präparationsmethode an, welche auch dünne Stämmchen, Wurzeln u. dgl. vollkommen durch-

Fig. 2 A auf Taf. I. zeigt am Ende des gerade in den Rand auslaufenden Nerven (uy) eine Zellgruppe, welche zweifellos durch wiederholte Theilungen aus einer Zelle $x'xxx'$ entstanden ist. Diese Theilungen bestanden darin, dass zunächst durch eine radiale Wand r die Randzelle $x'xxx'$ in zwei nebeneinanderliegende Randzellen getheilt wurde. In jeder der beiden neuen Randzellen erfolgte durch eine tangentielle Wand t eine Theilung in eine (bezüglich des radialen Durchmessers) kleinere Innenzelle (α , β) und eine neue, grössere Randzelle, welche durch eine weitere radiale Wand r' alsbald wieder in zwei Randzellen zerlegt wurde. Da die letzteren beiden Wände (t und r') offenbar sehr rasch nacheinander auftreten, so können wir sie der Kürze des Ausdrucks halber beide zusammen als $\perp$ -förmige Wand bezeichnen und sagen: Jede der beiden durch r getrennten Randzellen wird durch die $\perp$ -Theilung in eine Innenzelle und zwei Randzellen zerlegt. Wenn nun, wie vermuthet werden darf, durch diese $\perp$ -Theilung das Theilungsgesetz dieses Vegetationspunctes ausgesprochen ist, so müssen sich auch die weiter rückwärts gelegenen Zellen auf dasselbe zurückführen lassen. Es erscheint nun in der That sofort die $\perp$ -Theilung $xx-r$, und es ist somit die Zelle y auf denselben Werth einer Innenzelle wie α oder β reducirt. Suchen wir nun, wenn y (aus später sich ergebenden Gründen) als α aufgefasst wird, nach der zugehörigen Zelle β , so finden wir dieselbe in z , einer Innenzelle, welche durch eine mit $xx-r$ correspondirende $\perp$ -Theilung abgeschieden wurde. Genau ebenso, wie α und β zu y , so verhalten sich nun wieder y und z zu u u. s. w., wie sich aus dem unter dieser Voraussetzung nach Fig. 2 A gezeichneten Schema Fig. 2 B deutlich ergibt. Dieses Schema zeigt ferner, dass von den durch die $\perp$ -Theilung gebildeten Randzellen die eine zur Seite gedrängt wird und im weiteren Verlaufe das Gesetz der $\perp$ -Theilungen aufgibt, während die andere die Mediane einnimmt. Die ersteren Randzellen, deren durch die nächstfolgende $\perp$ -Theilung abgeschiedenen Innenzellen mit β bezeichnet sind, liegen abwechselnd rechts und links von der Mediane. Es lässt sich daher das ganze Gesetz des Aufbaues folgendermassen aussprechen:

Die Scheitelzelle theilt sich durch zwei rasch aufeinanderfolgende, eine tangentielle und eine radiale Wand (zusammengefasst als $\perp$ -Theilung) in eine Innenzelle α und zwei Randzellen A und B, wovon die eine, A, wieder zur Scheitelzelle wird und durch Wiederholung des Vorgangs die Innenzelle α' und zwei neue Randzellen A' und B' erzeugt; die Zellen BB'... liegen abwechselnd rechts und links von den Scheitelzellen AA'.... Die Schwesterzelle B der neuen Scheitelzelle wird bald zur Seite gedrängt und bildet durch $\perp$ -Theilung die Innenzelle β und weitere Randzellen, in denen es durch weitere $\perp$ -Theilungen noch zur Bildung der Innenzellen γ , oft auch noch zu δ kommt.

Ich habe die jedesmalige Randzelle A als Scheitelzelle bezeichnet, weil alle Zellen einer Blatt-lacinie sich auf dieselbe genetisch ebensogut zurückführen lassen, wie die Zellen einer Moospflanze auf

sichtig zu machen gestattet. Das Object wird in Wasser unter Zusatz etwas alkoholischer Kalilösung (diese von Russow empfohlene Mischung hat überhaupt viele Vortheile vor der Kalilauge) ausgebreitet und in die gewünschte Lage auf dem Objectträger gebracht, hierauf unter Deckglas mit der bekannten Macerationsmischung (chlorsaures Kali und Salpetersäure) erwärmt. Zartere Theile, wie Vegetationspuncte, dürfen nur bis zum Beginn der Gasentwicklung erwärmt werden; um das Austreten der Gasblasen durch die zartesten Parteen zu verhindern, nehme man nur kurze Stückchen oder bringe hinter dem Vegetationspunct einen Einschnitt an; derbere Theile bedürfen so lange der Einwirkung, bis ihre Farbe ins lichte Gelb übergegangen ist. Auf weiteren Zusatz von alkoholischer Kalilösung und Wasser wird der Zellinhalt vollkommen durchsichtig. Erscheint es wünschenswerth (z. B. zum Vergleiche verschiedener Einstellungen) denselben wahrzunehmen, so genügt Zusatz von etwas Essigsäure, bevor viel Wasser eingewirkt hat, um ihn in Massen von der Form der Zellen zu erhalten.

die Scheitelzelle des Stammes. Der Unterschied dieser Scheitelzelle von den bisher so bezeichneten liegt einmal darin, dass ausser den seitlichen Segmenten (durch die radiale Wand) auch grundständige (durch die tangential Wand) abgeschieden werden, ferner darin, dass die ersten Theilungen der Segmente gleicher Art sind, wie die der Scheitelzelle, dass diese somit durch Grösse und Form nicht vor ihrer Umgebung ausgezeichnet ist. In der That wäre die Aehnlichkeit mit einer zweischneidigen Scheitelzelle eine überraschende, wenn die $\perp$ -Theilung sich nicht aus einer tangentialen (Fig. 2 A, t) und einer darauf senkrechten r' zusammensetzen würde, sondern aus einer schrägen, unten sich an r ansetzenden Wand r' und einer darauffolgenden kurzen Verbindungswand (Stück von t) mit $x'x$. Es wäre diese letztere kurze Wand dann die erste Wand im Segmente, welche dasselbe in die Zellen α und β zerlegt. Einzelne, allerdings sehr seltene Fälle, in denen die tangential Wand allein vorhanden war, weisen jedoch diese Annahme entschieden zurück. Im Uebrigen verweise ich bezüglich der theoretischen Auffassung dieses Scheitelwachstums auf die Schlussbetrachtungen.

Wie sich aus den Figuren sofort ergibt, wird der Nerv gebildet von der geraden Reihe der Zellen α und den beiden seitlich angrenzenden Längsreihen, welche abwechselnd aus Zellen β und γ bestehen. Aber nicht bloss durch die sich allmählich einstellende Längsanordnung werden diese Zellen zum Nerven, sondern vielmehr noch durch Theilungen parallel der Blattfläche, welche an dem vorliegenden Präparate in m, y und z eingetreten waren. Das Detail dieser Theilungen soll gelegentlich der Anatomie des Nerven erörtert werden. In den oberflächlichen Zellen des Nerven, deren Contouren in sämtlichen Figuren allein berücksichtigt wurden, treten bald zahlreiche Quertheilungen (z. B. in α') auf, aber soviel beobachtet, niemals Längstheilungen senkrecht zur Blattfläche. Die weiteren Theilungen in den Zellen des Mesophylls lassen keine strenge Gesetzmässigkeit erkennen; in den peripherischen Theilen herrschen tangentiale Theilungen vor. Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass bei Bildung stärkerer, breiterer Nerven auch noch die Zellen δ , vielleicht noch weitere ähnlich entstandene dazu verwendet werden.

Von besonderem Interesse sind aber diese Vorgänge an den Vegetationspunkten im Falle der Verzweigung des Nerven. SADEBECK hat für *Asplenium* eine dichotomische Theilung der Nerven höherer Ordnung nachgewiesen, welche nach unserer Ausdrucksweise darin besteht, dass die aus der $\perp$ -Theilung hervorgehenden Randzellen beide den Werth A besitzen, d. h. beide zu Scheitelzellen werden.

Fig. 3 A zeigt diesen Vorgang der Verzweigung sehr deutlich an der Blattspitze von *Hemiphlebium sublimbatum*, dessen Blatt von etwa zungenförmiger Gestalt ist, ungefähr in der Art, wie die auf Taf. II. Fig. 49 und 20 dargestellten nächstverwandten Arten. Man erkennt ohne Schwierigkeit den Mittelnerven, welcher nahe unter dem Rande sich in zwei Schenkel spaltet, von denen der rechts liegende, wie sich aus der in der Zeichnung nicht ausgedrückten Mehrschichtigkeit ergibt, alsbald noch einmal gabelt. Mit Hilfe des zugehörigen Schemas, Fig. 3 B, ist es nicht schwer zu erkennen, dass nach Abscheidung der Innenzelle α^2 beide Randzellen zu Scheitelzellen wurden, wovon die linke die Innenzelle α^3 abschied und in der oben geschilderten Weise weiter thätig war, die rechtsgelegene aber nach Abscheidung der Innenzelle α^3 wiederum zwei neue Scheitelzellen bildete, deren erste Innenzellen $\alpha^4 \alpha^4$ sind.

In anderen Fällen tritt eine unverkennbare Gesetzmässigkeit in der Aufeinanderfolge der Nervengabelungen hervor, so z. B. in Fig. 4, welche ein Stück des Blattrandes von *Hemiphlebium punctatum* (dessen fertiger Zustand Taf. II. Fig. 48 abgebildet ist) vorstellt. Das zugehörige Schema

Fig. 4 B zeigt, dass in der Reihe der Zellen $\alpha\alpha'\alpha^2\alpha^3$ bei jeder $\perp$ -Theilung eine Gabelung des Nerven eintrat, dass somit hierbei gar kein Mesophyll abgeschieden wird. Aus den abwechselnd rechten und linken Gabelzweigen baut sich die Scheinaxe $\alpha\alpha'\alpha^2\alpha^3$ auf; die zur Seite gedrängten anderen Gabelzweige aber bilden bei ihrer ersten $\perp$ -Theilung Mesophyll, welches von der der Scheinaxe zugewendeten Randzelle abstammt.

In gewisser Beziehung Aehnliches zeigt Fig. 5, die Spitze einer jungen Fieder von *Ptilophyllum pinnatum*. An der Mittelrippe dieser Fiedern stehen im ausgebildeten Zustande (Taf. II. Fig. 26) dichtgedrängt die unter sich annähernd parallelen Seitennerven. Wegen der beträchtlichen Dicke und Wölbung der Mittelrippe konnten an dem Fig. 5 abgebildeten Präparate die Zelltheilungen allerdings nicht weiter rückwärts verfolgt und so in ihrer Beziehung zu den Seitennerven sicher gedeutet werden. Doch scheint nach dem Bisherigen kaum zweifelhaft, dass wir in den Zellen γ und δ (welchen ich der erwähnten Unsicherheit halber die bei der Entwicklungsgeschichte des Mesophylls angewendeten Bezeichnungen gab) die ersten Anlagen der Seitennerven zu suchen haben. Der Mittelnerv baut sich alsdann wieder als Sympodium aus den Zellen α auf, denen noch β und γ beigesellt werden, während abwechselnd rechts und links gelegene Gabeläste zur Seite gedrängt werden und sowohl das Mesophyll als die Seitennerven erzeugen, im Gegensatz zu vorigem Fall aber nun das Mesophyll auf der der Scheinaxe abgewendeten Seite.

Aus Vorstehendem geht zur Genüge hervor, dass das Gesetz der $\perp$ -Theilung bei der Flächenentwicklung der Blattspreite die Hauptrolle spielt, dass durch diesen Theilungsmodus sowohl das Mesophyll neben dem fortwachsenden Nervenscheitel, als auch die Verzweigungen der Nerven zu Stande kommen. Bevor ich aber darangehe, auf dieser Grundlage die Gestalt und Verzweigung des ausgebildeten Blattes einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehen, erübrigt es noch, das Wenige, was über die erste Entwicklung des Blattes erforscht werden konnte, zu berücksichtigen. Dieses Wenige besteht in der Thatsache, dass das Blatt von *Trichomanes speciosum* in einem sehr frühen Entwicklungsstadium eine zweischneidige Scheitelzelle besitzt (Fig. 4, s), deren Wände gegen die Mediane des Blattes convergiren, also ähnlich wie am oberen Lappen des Blattes von *Azolla*¹⁾. Die von dieser Scheitelzelle abgeschiedenen Segmente theilen sich alsbald durch Längswände in Randzellen (r), welche den beiden Kanten des im Umriss dreieckigen Blattes entlang stehen und Innenzellen (i). Es gelang mir nicht, festzustellen, wann diese Scheitelzelle durch eine tangential Wand getheilt und dadurch zu einer Scheitelzelle von der Art wird, wie sie späterhin das Flächenwachsthum der Spreite beherrscht. Die ersten Anlagen der Seitenfiedern scheinen keine zugespitzte Scheitelzelle zu besitzen. Wenn es schon an den lebenden jungen Blättern nicht gelang zu constatiren, wie lange eine zugespitzte Scheitelzelle das Wachsthum des jungen Blattes vermittelt, ob vielleicht nur während des Längenwachsthums des Stieles, so konnte die Untersuchung getrockneten Materials an anderen Arten, welche einerseits noch ausgesprochener gefiederte Blätter (etwa vom Habitus der *Nephrolepis*) tragen, oder anderseits bei geringer Theilung der Spreite einen äusserst kurzen Stiel besitzen, noch viel weniger Resultate erwarten lassen, und es muss daher diese Frage offen gelassen werden. Dass hierin ein morphologisches Moment untergeordneter Natur liegt, werden die Schlussbetrachtungen darthun.

1) STRASBURGER, Ueber *Azolla*. Jena 1873. pag. 38. Taf. I, Fig. 14 u. 17.

Den einfachsten Fall der Architectur der Blattspreite stellt nach dem, was wir über die Function und Gabelung der Nervenenden wissen, offenbar das Blatt von *Cardiomanes reniforme* vor, dessen Spreite von ihrer Basis an ohne Mittelrippe von wiederholt dichotomisch getheilten Nerven durchzogen wird (Taf. II. Fig. 11). Die Entwicklungsgeschichte konnte ich aus Mangel an Material nicht untersuchen; doch lässt sich aus dem Umstande, dass die Gabelungen der verschiedenen Nervenäste (abgesehen von den seitlichen Lappen am Grunde) so ziemlich auf concentrischen Kreisen liegen, auf eine Gesetzmässigkeit in der Abwechslung der Gabelung mit der Mesophyllbildung schliessen. Eine Bevorzugung gewisser Nerven oder Nervenäste tritt hier in keiner Weise hervor, auch nicht in der Fähigkeit einen Sorus zu tragen. Während wir in den meisten der folgenden Fälle die Sori nur auf bestimmte Nerven beschränkt finden werden, besitzt hier jeder Nervenast wenigstens die Möglichkeit einen Sorus zu bilden; die Abbildung der Pflanze bei HOOKER und GREVILLE¹⁾ zeigt, dass nur die seitlichen Ausbuchtungen am Grunde frei sind von Fruchthaufen; das Münchener Herbar besitzt überhaupt nur ein Blatt der Pflanze, welches ich auf Taf. II. Fig. 11 möglichst getreu abgebildet habe. Es tragen hier allerdings nur wenige Nerven Sori, allein deren Anordnung ist eine vollkommen regellose im Gegensatze zu den im Folgenden zu behandelnden Typen. Um einen kurzen Ausdruck für diese Anordnung der Sori, dass sie nemlich auf jedem beliebigen Nerven stehen können, in Zukunft gebrauchen zu können, schlage ich die Bezeichnung *Sorus pantotact* vor.

Zunächst an *Cardiomanes* schliesst sich die Gattung *Gonocormus*²⁾ (Taf. II. Fig. 12). Fig. 12 c zeigt die Nervatur eines kleinen Blattes von *G. prolifer*; eine Mittelrippe ist nicht vorhanden, die Nerven sind zweifellos dichotomisch getheilt³⁾. Ein wesentlicher Unterschied gegen *Cardiomanes* tritt aber darin hervor, dass das Blatt entsprechend der Verzweigung der Nerven zertheilt ist (Fig. 12 a), so dass jeder Nervenast fast von seinem Grunde an nur von einem schmalen Mesophyllstreifen begleitet wird. Wie sowohl die Entwicklungsgeschichte, als auch die Anordnung der Mesophyllzellen im fertigen Zustande zeigt, bildet jeder Nervenast andauernd links und rechts Mesophyll; jede Lacinie wächst bis zu einem gewissen Grade selbstständig. An der gleichen Pflanze (Verwechslungen sind um so mehr ausgeschlossen, als durch die später zu erörternde Adventivknospenbildung auch an schlecht gesammelten Exemplaren mehrere Blätter aneinander befestigt sind) findet man aber auch die ausgesprochenste fiederige Nervatur (Fig. 12 d) verbunden durch alle möglichen Uebergänge (12 a, b, e). Es kann Angesichts dieser Uebergänge und der im vorigen Abschnitt mitgetheilten Entwicklungsgeschichte anderer Arten kein Zweifel obwalten, dass diese Fiederung durch Ausbildung eines dichotomisch angelegten Sympodiums zu Stande kommt. Die Anordnung der Sori steht in inniger Beziehung zu dieser sympodialen Ausbildung; Fig. 12 d zeigt, dass einigemal wiederholt der eine (geförderte) Gabelast die Scheinaxe fortsetzt, der andere (geminderte) aber mit einem Sorus abschliesst. Die Scheinaxe selbst trägt in

1) *Icones Filicum*. I. Taf. 31.

2) Der Leser wird bald errathen, dass ich auf die Architectur des Blattes vorzugsweise die Gattungen gründe; eine systematische Uebersicht dieser Gattungen folgt am Schlusse des Heftes.

3) Wir werden noch zu wiederholten Malen Gelegenheit haben, darauf hinzuweisen, dass schwächlich ausgebildete Blätter (also vor Allem die ersten Blätter der Individuen) mehr an die phylogenetischen Vorfahren erinnern, als üppigere.

allen Fällen (es wurden selbstverständlich viel mehr untersucht, als abgebildet) sowie auch bei allen späterhin hievon abzuleitenden Fällen niemals einen Sorus (s. auch Fig. 13—17). Die geminderten, fertilen Gabelzweige brauchen aber nicht sofort mit dem Sorus abzuschliessen; es ist sogar der häufigere Fall, dass sie vorher noch einmal gabeln. Es wird dann hier und in allen hievon abzuleitenden Fällen zum ausnahmslosen Gesetz, dass im Falle dieser Gabelung des geminderten, fertilen Astes, der Sorus stets auf dem der Scheinaxe zugekehrten Gabelzweige höherer Ordnung steht, wie an den in Fig. 12 mit 0 bezeichneten Stellen deutlich ersichtlich ist. Es bleibt wenigstens in den hier bei Gonocormus zu behandelnden Fällen, dieser, nunmehr im engeren Sinne als fertil zu bezeichnende Gabelzweig fast immer ungetheilt. Hingegen erfährt der mit ihm entstandene sterile Zweig sehr häufig weitere Verzweigung: es ist somit hier wiederum, wie bei dem einfachen Sympodium Fig. 12d, der fertile Zweig der geminderte, der sterile der geförderte. Dieser sterile schreitet häufig wiederum zur Bildung einer Scheinaxe vor, Fig. 12b bei s, und wiederholt auch darin die Hauptaxe, dass seitlich wieder Sori auftreten, welche bezüglich der Scheinaxe demselben Gesetze folgen, wie sonst an der Hauptaxe (Fig. 12b bei w). Diese Entwicklungsfähigkeit der Seitenfiedern¹⁾ nimmt gegen den Grund der Spreite zu, so dass wir hier auf die so vielen Farnblättern zukommende Anordnung treffen, dass die Seitenfiedern, je weiter unten gelegen, ein desto grösseres Stück der Blattspitze in ihrem Baue wiederholen.

Diese soeben geschilderte Stellung der Sori bezeichne ich in Folgendem kurz als paratact. Es ist dieselbe, welche von anderen Autoren (z. B. VAN DEN BOSCH, auch METTENIUS) als axillär bezeichnet wird, eine Bezeichnungsweise, deren morphologische Unrichtigkeit wohl ohne Weiteres einleuchtet.

Wenn die Förderung der sterilen Gabelzweige zur Bildung secundärer Spindeln (z. B. Fig. 12 b, s) führt, so erscheint nunmehr der geminderte fertile Gabelzweig als erste Seitenfieder dieser Spindel und liegt nach Obigem stets auf der der primären Spindel oder mit anderen Worten, der Blattspitze zugewendeten Seite; es ist also mit der paratacten Stellung des Sorus auch der Nervenverlauf verbunden, den METTENIUS²⁾ als anadrom bezeichnet hat; dieser Umstand wird uns gestatten, auch an sterilen Blättern den Aufbau zu erkennen.

Bevor wir nun die weitere Ausbildung der paratacten Architectur näher verfolgen, müssen wir noch zweier Abnormitäten gedenken, die ich bei Gonocormus prolifer beobachtet und in Fig. 12b und e abgebildet habe. Die eine findet sich an der untersten rechten Fieder in Fig. 12b und besteht darin, dass der fertile Gabelzweig scheinbar noch einmal gabelt und erst aus dieser Gabelung die eigentliche Scheinaxe hervorgeht, dass somit hier die Nervenordnung nicht anadrom, sondern katadrom ist. Berücksichtigt man aber die sonst an der Basis der Spindeln stets regelmässige Alternation der Seitenzweige, so bemerkt man alsbald, dass dieselbe hier gestört ist, dass aber alles normal wäre, wenn der sterile Zweig x erst oberhalb des fertilen aus der secundären Spindel entspringen würde. Den weiteren Grund für diese Störung der Alternation möchte ich in einer Reminiscenz an die nierenförmige Blatt-

1) Der Ausdruck »Fiedern« kann unmöglich entbehrt werden, wenn auch der dichotomisch-sympodiale Ursprung derselben feststeht; ebenso spreche ich stets, nur den ausgebildeten Zustand im Auge haltend, von Spindeln (eigentlich Scheinaxen); um Missverständnissen vorzubeugen, sei hier ein für allemal bemerkt, dass ich die Grade der Nervenaus-
zweigungen ohne Rücksicht auf die Theilung des Mesophylls anwende; primär ist mir die Hauptspindel des Blattes; von da wird weiter gezählt: secundär, tertiär etc.

2) Ueber die Hymenophyllaceae. Abh. der math.-phys. Cl. der k. sächs. Ges. d. Wissenschaften. VII. Bd. 1864. d. 445. — Ders.: Ueber Phegopteris und Aspidium. Abh. der Senckenb. Naturf.-Ges. I. p. 286.

form suchen; denn man wird in Fig. 44 leicht bemerken, dass in den seitlichen Lappen eine Tendenz zur Sympodienbildung der Nerven derart besteht, dass Seitenzweige nur grundwärts abgegeben werden.

Auch die anderen Abweichungen von der anadromen Anordnung der Nerven, welche METTENIUS¹⁾ aufführt, beziehen sich auf die untersten Fiedern und dürften eine ähnliche Deutung erfahren.

Die zweite Abnormität findet sich an dem obersten Sorus des in Fig. 42 e abgebildeten Exemplars. Hier hört mit der dritten Gabelung die sympodiale Ausbildung auf. Während aber in dem deutlich dichotomischen Blatte Fig. 42 c der Sorus doch die paratacte Stellung gegenüber dem etwas geförderten linken Gabelzweig erkennen lässt, ist diess bei Fig. 42 e nicht der Fall, wenn, wie die Alternation der Zweige erwarten lässt, der linke Zweig als Seitenzweig aufgefasst wird. Lässt man dagegen eine Unregelmässigkeit der Alternation zu, wie sie z. B. in Fig. 42 b oben factisch vorkommt, so hat die Stellung des Sorus an der Hauptaxe nichts Unregelmässiges. Mag man nun hier eine Abweichung in der Alternation annehmen oder eine Ausnahmstellung des Sorus, immerhin hängt die Abnormität mit dem Fehlen der Mittelrippe, mit der rein gabeligen Ausbildung zusammen und wir finden hierin einen Rückschlag zur ursprünglichen Stammform mit pantotacter Stellung, der bei den höheren Gliedern dieser Entwicklungsreihe gewöhnlich nicht mehr vorkommt²⁾.

Diese höheren Glieder finden wir in der Gattung *Trichomanes* in der von mir unten vorgeschlagenen Begrenzung (Fig. 43—47). Die kleineren Formen, wie *T. pyxidiferum* (Fig. 43) zeichnen sich vor der Gattung *Gonocormus* durch eine stärkere Hauptspindel und die Wiederholung der Scheinaxenbildung in zahlreichen Fiedern aus. Ohne Schwierigkeit erkennt man in Fig. 43 die paratacte Anordnung der Sori, in a an der oberen Partie der Hauptspindel, in b und c an den secundären Spindeln. Die weitere Ausbildung dieses Verhaltens findet nun dadurch statt, dass der erste geminderte fertile Zweig (der erste Tertiärnerv) eine weitere Gabelung erfährt und zwar so, dass der sterile Ast auf der der primären Spindel zugewendeten Seite auftritt (Fig. 43 c). Hiedurch tritt der fertile Zweig (im engsten Sinne) zur secundären Spindel in dasselbe Abhängigkeitsverhältniss, in dem er zuerst zur primären gestanden war. Der hier zum erstenmale aufgetretene sterile Zweig trägt aber wiederum die Fähigkeit zur geförderten Weiterentwicklung in sich, er ist in Fig. 44 bereits zu einer neuen tertiären Scheinaxe geworden, und der fertile Zweig ist durch abermalige Gabelung bereits zu dieser tertiären Spindel in das paratacte Abhängigkeitsverhältniss getreten. Indem sich dieses Verhältniss nicht bloss an den ersten tertiären Zweigen in immer höheren Graden wiederholt, sondern jeder sterile Zweig, je näher er der Basis seiner Spindel liegt, eine um so gesteigerte Entwicklungsfähigkeit besitzt, kommen die complicirten Verzweigungssysteme zu Stande, in denen der Sorus stets paratact zur letzten Spindel steht. Die in den Figuren 43—46 dargestellte Stufenreihe, wobei ρ stets die primäre Spindel des Blattes bezeichnet, erläutert das Verhältniss viel deutlicher, als es durch Worte geschehen kann. Hiemit steht es im engsten Zusammenhange, dass die einzelnen Abschnitte des Blattes von *Trichomanes* das Blatt im Ganzen wiederholen; es könnte, was die Architectur betrifft, die in Fig. 46 dargestellte tertiäre

1) *Hymenophyllaceen* p. 416.

2) Weitere Fälle von pantotacter Stellung des Sorus bei *Gonocormus* zeigen die mir erst nachträglich durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. LÜRSSEN zugänglich gewordenen Abbildungen bei VAN DEN BOSCH (*Hymenophyllaceae Javanicae* Tab. 3—6; 43—46); hieher würde auch der Fall von *Trichomanes intramarginale* bei HOOKER und GREVILLE (*Icones filicum* Tab. 244) gehören.

Scheinaxe von *T. maximum* ebensogut das ganze Blatt einer kleineren Art, wie *T. pyxidiferum* Fig. 43 sein. Es bedarf wohl kaum der besonderen Erwähnung, dass nicht jeder Nerv, der seiner Stellung gemäss die Möglichkeit der Fruchtbildung besitzt, auch wirklich fertil zu sein braucht. So besitzen ja die Blätter jüngerer Pflanzen, die noch nicht fructificiren, dieselbe Architectur wie die fertilen; auch an letzteren findet man Aeste, welche keinen Sorus tragen. Es kommt diess bei *Trichomanes* besonders häufig an den ersten grundsichtigen Seitenzweigen vor (s. d. Figuren). An sterilen Blättern lässt, wie sich aus dem Folgenden noch des Näheren ergeben wird, anadrome Nervatur stets auf paratacte Sorusstellung schliessen.

In der äusseren Erscheinung weicht die Architectur von *Trichomanes venosum* (Fig. 47) von der der anderen Arten ab. Die paratacte Sorusstellung und anadrome Anordnung der Nerven geht aus den Figuren deutlich hervor. Von den anderen *Trichomanes*-Arten unterscheidet sich das Blatt nur dadurch, dass nicht jedem Nerven eine Lacinie entspricht, sondern die tertiären Nerven nicht mehr selbstständig weiter wachsen, vielmehr parallel nebeneinander in dem Fiederblättchen verlaufen. Nur an Blättern von besonders kräftiger Ausbildung, wie sie sich nur selten finden, erfahren die untersten sterilen Tertiärnerven eine weitere Ausbildung (s. Fig. 47c).

Kehren wir nach dem Verfolgen dieser Entwicklungsreihe, welche ich als Familie *Trichomaneae* zusammenfasse, wieder zum Ausgangspunkte, der Gattung *Cardiomanes* zurück, so finden wir hier den Anknüpfungspunkt für eine zweite Entwicklungsreihe, die sich nach einer anderen Richtung hin entfaltet und der Familie der *Ptilophylleae* entspricht.

Die rundliche nierenförmige Blattform des *Cardiomanes reniforme* findet sich annähernd ähnlich wieder bei *Hemiphlebium punctatum* (Fig. 48), sowie, aber weniger deutlich, bei Jugendblättern dessen nächstverwandter Arten. Die Nervatur ist aber nicht mehr rein gabelig, sondern es tritt eine deutliche Mittelrippe hervor, an sterilen Blättern nur gegen die Basis, an fertilen ganz durchlaufend. Ferner fällt bei genauerer Betrachtung alsbald eine höchst merkwürdige Eigenthümlichkeit auf: nicht alle Nerven sind von gleicher Beschaffenheit, es zeichnen sich stärkere vor schwächeren aus; nur erstere enthalten Gefässe, sind also wahre Nerven; die schwächeren enthalten nur Sklerenchymzellen, es sind Scheinnerven, deren anatomische Eigenschaften später näher erörtert werden sollen. Diese Scheinnerven sind aber hier nicht etwa bloss mehrschichtig gewordene Parteen des Mesophylls, sondern gehören entschieden mit zur Architectur des Blattes. Schon auf den ersten Blick zeigt sich, dass die wahren Nerven als Scheinaxen aus den Dichotomieen hervorgehen, deren geminderte Gabelzweige eben die Scheinnerven sind. Die auf Taf. I. Fig. 4 dargestellte Entwicklungsgeschichte zeigt diess noch deutlicher; es ist hier in der Anlage der Nerven kein Unterschied zwischen den wahren und Scheinnerven wahrzunehmen¹⁾. Die hiemit eingeleitete Entwicklungsrichtung sehen wir in der Gattung *Hemiphlebium* selbst noch weiter fortschreiten. Wir finden eine deutlich ausgeprägte Mittelrippe mit fiederig gestellten

1) Dass die auf dem Fragment dargestellten Nervenanlagen nicht sämmtlich wahre Nerven sind, ergibt sich aus dem Zahlenverhältniss beider im fertigen Zustand; es ist also das Sympodium $\alpha\alpha^1\alpha^2\alpha^3$ entweder ein wahrer Nerv und die Seitenzweige Scheinnerven, oder sämmtlich Scheinnerven, welche zweifellos die Function von Vegetationspuncten besitzen.

Seitennerven (Fig. 19—21), während die Scheinnerven nicht bloss an Zahl zurücktreten, sondern auch ihren Zusammenhang mit den wahren Nerven lösen. Sie laufen nur noch als Streifen vom Rande herein, ohne an die wahren Nerven anzuschliessen, ein Verhältniss, das durch Fig. 3 auf Taf. I. seine entwicklungsgeschichtliche Begründung findet. Die gestreckte Zellreihe *sn* in Fig. 3 A ist die Anlage eines Scheinnerven; derselbe hat hier bereits seine Bedeutung als Vegetationspunct verloren, die den Scheinnerven von *H. punctatum* noch zukommt (Fig. 4); er wächst bloss durch tangential Theilungen fort; ob die 1-Theilung in *sn* (Fig. 3 B) eine Gabelung oder Mesophyllbildung einleitet, muss unentschieden bleiben. Seine Entstehung verdankt der Scheinnerv *sn*, wie aus dem Schema Fig. 3 B deutlich hervorgeht, einem Theile des ausser β^2 liegenden Complexes, ganz ähnlich wie der wahre Nerv α, α'' einem Theile des über α^3 liegenden. Während aber die Zellen α^3 und α'' zu Nervenzellen wurden ebenso wie α^3 , somit keine Theilungen in der Flächenansicht, sondern parallel dazu erfuhren, traten in β^2 mannigfaltige Theilungen in der Fläche, aber keine parallel mit der Blattfläche ein: es wurde β^2 zu einer Partie des Mesophylls und somit das Nervenrudiment *sn* vom Anschluss an die Spindel abgeschnitten. Aehnlich liegt die Sache bei *sn* und *sn''*; nur ist die Abstammung des letzteren von β' unsicher; er könnte vielleicht einem älteren Segment angehören.

Dass diese Scheinnerven gerade in ihrem peripherischen Rudimente erhalten bleiben und nicht umgekehrt als blinde Endigungen, dürfte vielleicht einen physiologischen Grund haben; sie dienen in dieser Gestalt als peripherische Leisten (die oft, wie später erörtert werden soll, durch einen tangentialen Sklerenchymstreifen am Rande verbunden sind) zur Festigkeit des ungetheilten Blattes und verschwinden in demselben Maasse auch als solche Rudimente, als die Theilung des Blattes zunimmt (Fig. 19 und 21).

Die Stellung des Sorus ist hier eine wesentlich andere als bei den Trichomanen. Dass die Scheinnerven keinen Sorus tragen, bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung, nachdem wir wissen, dass diese in der aufsteigenden Entwicklungsreihe allmählich verschwinden. In der Gattung *Hemiphlebium* schliesst die Mittelrippe fertiler Blätter stets mit einem Sorus ab; bei *H. pusillum* findet man schwächliche Blätter, die überhaupt nur einen einzigen, medianen Nerven mit einem Sorus besitzen. Von den Seitennerven sind nur die der Spitze nächsten im Stande einen Sorus zu tragen. Während also bei den Trichomanen bei jeder Gabelung seitlich ein geminderter und (wenigstens potentiell) fertiler Ast abgegeben wird und der geförderte zum Bestandtheil einer unbegrenzten aber allmählich sich abschwächenden Scheinaxe wird, die niemals in einem Sorus endigt, übernimmt hier der geförderte Gabelspross nicht allein die Fortsetzung der Scheinaxe, sondern auch die Fruchtbildung, welche der weiteren Ausbildung der Scheinaxe eine Grenze setzt. Die untersten geminderten Gabelzweige bringen niemals einen Sorus hervor, sondern die Vermehrung der Sori auf einem Blatt findet von oben herab statt, indem die dem Ende der Scheinaxe zunächststehenden Seitenzweige fertil werden. Diese Stellung des Sorus bezeichne ich als *epitact*.

Die weitere Verzweigung der fertilen Seitennerven kommt allerdings noch in der Gattung *Hemiphlebium* vor, kann aber nur in der richtigen Weise zum Verständniss gelangen, wenn wir die als nächsthöhere Entwicklungsstufe sich anschliessende Gattung *Ptilophyllum* sogleich mit berücksichtigen. Im Falle der einfachen Gabelung eines fertilen Seitenzweiges tritt eine Annäherung an den paratacten Typus insofern hervor, als dann gewöhnlich (wenn nemlich nicht beide Zweige fertil werden, wie in Fig. 24a oben) der der Scheinaxe nähere Zweig der fertile ist (Fig. 19, 22a). Während aber

beim paratacten Typus der Trichomaneen der sterile dieser Gabeläste der geförderte ist, ist es hier beim epitacten Typus genau ebenso wie bei der Bildung der primären Scheinaxe der fertile, der nicht bloss in der Fruchtbildung, sondern auch in der weiteren Entwicklungsfähigkeit gefördert ist. Der fertile Zweig ist im Stande, sich noch wiederholt zu gabeln, einige Zeit lang sterile geminderte Zweige abzugeben und schliesst dann mit der Fruchtbildung seine Entwicklung ab. Dabei können ebenso, wie an der primären Spindel, die obersten Seitenzweige fertil¹⁾ werden (Fig. 19, 21, 22, 23, 24). Da nun bei der ersten Gabelung der secundären Scheinaxe der von der primären Axe abgewendete, grundsichtige Zweig der geminderte ist, so ist mit dieser epitacten Ausbildung stets katadrome Nervatur verbunden, d. h. der erste Tertiärnerv entspringt auf der grundsichtigen Seite des Secundärnerven.

Die Wiederholung der primären Axe in den secundären ist hier keine so unbegrenzte wie bei den Trichomaneen. Wenn auch im Allgemeinen in Sorusstellung und Ausbildung die Seitenfiedern der grösseren Arten die primären Axen der kleineren wiederholen, so liegt doch eine wesentliche Differenz in der geringen Entwicklungsfähigkeit der Tertiärnerven. Dieselben sind nemlich (mit einer sogleich zu besprechenden Ausnahme) nicht im Stande, die gleiche Anordnung noch einmal zu wiederholen. Es hängt diess wohl vornehmlich mit einer von den einfacheren Formen überkommenen Art des Scheitelwachstums zusammen. Wie wir bei *Hemiphlebium punctatum* (Taf. I. Fig. 4) gesehen hatten, dass die Mesophyllbildung nur gelegentlich der Verzweigung des Nerven statthat, so werden auch hier am Scheitel der secundären Axen von *Ptilophyllum* in grosser Anzahl dicht aneinander Tertiärnerven rechts und links abgegeben, zwischen denen nur spärliche Mesophyllbildung eintritt, und welche selbst nur äusserst wenig zur Mesophyllbildung beitragen, in ihrer Function als Vegetationspunkte wesentlich beeinträchtigt sind (Taf. I. Fig. 5). Die Complication der Gliederung erfolgt daher in der Gattung *Ptilophyllum* nicht durch stete Wiederholung gleicher Gebilde in immer höheren Verzweigungsgraden, sondern vielmehr durch die numerische Vervielfältigung der Fiedern ersten Grades, wodurch die Pflanzen den an *Nephrolepis* erinnernden Habitus erhalten.

Zwei Artengruppen, die ich als Untergattungen von *Ptilophyllum* betrachte: *Acarpacrium* und *Feea*, machen von dem allgemeinen hier geschilderten Charakter Ausnahmen. Beiden gemeinsam ist das Erlöschen der Fruchtbildung auf dem Ende der Scheinaxen, während dieselbe auf den Tertiärnerven immer weiter nach rückwärts sich ausdehnt (s. Fig. 25 und 26). Die ausnahmslos katadrome Nerven-anordnung weist aber entschieden auf die ursprünglich epitacte Stellung des Sorus hin.

Ausserdem gewinnen bei *Acarpacrium* (Fig. 25) die Tertiärnerven an Selbstständigkeit, bilden getrennte Lacinien und simuliren bisweilen eine paratacte Sorusstellung, die aber durch die katadrome Anordnung der Quartärnerven doch wieder als ursprünglich epitacte erkannt wird.

In der Section *Feea* findet sich ferner das einzige Beispiel anastomosirender Nerven in der Ordnung der Hymenophyllaceen, nemlich bei *Ptilophyllum elegans* (RUDGE) nach METTENIUS²⁾ und der Abbildung bei HOOKER³⁾. Da mir kein Material zur Verfügung steht, kann ich nicht beurtheilen, auf welche Weise die Anastomose zu Stande kömmt und muss deren Entwicklung auf die Untersuchung anderer

¹⁾ Ein specieller Fall hievon ist es dann, wenn, wie oben erwähnt, schon die beiden ersten Gabelzweige fertil sind, s. Fig. 24 a.

²⁾ Hymenophyllaceae p. 417.

³⁾ Genera filicum Tab. 108.

Farne versparen. Sie könnte einerseits durch Umbildung der bei *Feea* regelmässig vorkommenden Querstreifen (s. unten), andererseits aber auch vielleicht aus den Berührungen der Tertiärnerven entstanden sein, wie sie sich bei *Pt. pinnatum* nicht selten finden, aber gerade unglücklicherweise an dem mir zu Gebote stehenden jungen Blatte nicht vorkommen, so dass ich auch hierüber nichts Näheres anzugeben vermag. Die Verschiedenheit der fertilen und sterilen Blätter bei *Feea* soll als für die allgemeine Auffassung der Architectur minder wesentlich bei der Detaildarstellung der Gattung *Ptilophyllum* erörtert werden. —

Hingegen zweigt sich von dieser Hauptreihe der *Ptilophylleen* eine durch die Gattung *Lacostea* repräsentierte Nebenreihe ab, welche sich durch paratacte Sori und anadrome Nervatur auszeichnet, somit demselben Ziele zusteuert, das bei den Trichomaneen zum Ausdruck gelangt ist. Kehren wir zum Falle einer einfachen Gabelung des Secundärnerven (Fig. 19) zurück, so hatten wir darin, dass der fertile Tertiärzweig der Hauptaxe zugewendet ist, bereits eine Annäherung an den paratacten Typus erkannt. Während durch eine Förderung des fertilen Tertiärzweiges die epitacte Stellung bei *Ptilophyllum* zur Ausbildung gelangte, entsteht bei *Lacostea* durch Förderung des sterilen Zweiges wiederum die paratacte Stellung. Nach METTENIUS¹⁾ sollen von *Ptilophyllum sinuosum*, das ich in Fig. 22 abgebildet habe, Exemplare mit anadromer Nervatur und »axillärem« Sorus vorkommen. Obwohl ich eine ansehnliche Anzahl von Exemplaren dieser Art zur Verfügung hatte, konnte ich doch leider diese Anordnung nirgends auffinden; auch die Abbildungen bei HOOKER und GREVILLE²⁾ sowie bei KUNZE³⁾ zeigen den von mir allein beobachteten Fall der rein epitacten Architectur. Weit entfernt, die Angabe METTENIUS', der ja selbst gerade auf diesen Charakter der Nervatur zuerst aufmerksam machte, in Zweifel zu ziehen, muss ich vielmehr lebhaft bedauern, diese Stütze für meine Ansicht über die Anknüpfung der Gattung *Lacostea* nicht aus eigener Anschauung zu kennen.

Die Seitenfiedern von *Lacostea guianensis* (Fig. 27) zeigen den übersichtlichsten Fall, in welchem der geförderte sterile Ast nur einigemal gabelt und steril bleibt. Eine weitere Complication erfährt er bei *L. brachypus* (Fig. 28), wo er zu einem abermals seitlich fructificirenden Sympodium wird, sowie bei *L. javanica* (Fig. 30), wo nur die scheitelsichtigen Tertiärnerven fertil werden können. Die Anknüpfung von *Ptilophyllum* verräth *Lacostea* auch dadurch, dass die Tertiärnerven nicht im Stande sind, ein die secundären Axen wiederholendes Sympodium zu bilden, wenn auch die Isolirung der Lacinien bei *L. brachypus* (Fig. 28) und *L. auriculata* (Fig. 29) vielfach an die Trichomaneen erinnert.

Endlich repräsentirt die Gattung *Hymenophyllum* noch einen vierten Typus der Architectur, der aber (wie die meisten Merkmale bei *Hymenophyllum*) am wenigsten charakteristisch ausgeprägt ist; es ist nach unserer Bezeichnungsweise der pantotacte mit einer mehr oder minder hervortretenden Tendenz zu paratacten. Exemplare der einfachst gebauten *Hymenophylleen* mit ungetheiltem oder spärlich gabelndem Mittelnerven (*H. marginatum*, *cruentum*) stehen mir nicht zu Gebote; eine Anknüpfung derselben an die

1) *Hymenophyllaceen* p. 417 und 474.

2) *Icones filicum* I. Tab. 43; die Nerven sind hier allerdings nach dem Belieben des Zeichners angeordnet; aber die Sori stehen am Ende der Fiedern.

3) Die Farrenkräuter, Tab. 77. Fig. 4.

habituell ähnlichen Hemiphlebien mit spärlichen Nerven scheint wegen des völligen Mangels der Scheinnerven unnatürlich; viel eher könnte hierin der allereinfachste Typus, ein gänzlich ungetheilter Nerv, vermuthet werden. Die dichotomische Ausbildung des Verzweigungssystems, die bei einigen Arten (*H. brevifrons*) wenigstens annähernd vorkommt, schreitet hier sehr rasch zur sympodialen und fiederigen vor, jedoch so, dass jeder Zweig, sowie die Blattspitze, in vielen Fällen die Fähigkeit behält, einen Sorus zu tragen, z. B. bei *H. rarum* Fig. 34 a; bei Gabelung der Seitenäste erscheint hier paratacte Stellung (Fig. 34 b). Bei *H. flabellatum* (Fig. 35) ist die paratacte Stellung ziemlich rein ausgebildet, während bei der Mehrzahl nur die stets anadrome Nervatur auf dieselbe hinweist. Besonders charakteristisch ist für viele Arten, z. B. *H. polyanthos* (Fig. 33) die zahlreiche Ausbildung von Sori auf den Verzweigungen des ersten (scheitelsichtigen) Tertiärnerven. Bei *H. ciliatum* (Fig. 32) nähert sich die Stellung etwas der epitacten, weicht aber durch das Vorkommen von Sori auf den ersten (anadromen) Tertiärnerven entschieden davon ab. Besonders auffallend ist das Verhältniss bei der Section *Leptocionium*, wo fast nur rein paratacte Sori vorkommen (Fig. 37), in der aber eine Art¹⁾ die Sori ausschliesslich auf der Spitze der Spindel und den obersten Seitennerven ausbildet (Fig. 36). Die Theilung des Mesophylls folgt (etwa mit Ausnahme der nur seicht eingeschnittenen Fiedern von *H. Zollingeri*) stets dem Verlauf der Nerven.

Die im Vorstehenden geschilderte Entwicklung der complicirt gebauten Blattformen aus dem einfachen Typus der rein dichotomischen Ausbildung dürfte, soweit ich die Sache bis jetzt beurtheilen kann, auch in anderen Abtheilungen der Farne einen im Allgemeinen ähnlichen Weg gegangen sein; wenigstens weist darauf das Vorkommen der einfachsten Blattform in mehreren anderen Familien (z. B. *Schizaeaceen*, *Acrostichaceen*, *Adiantum*) hin. Die Berücksichtigung der Stellung des Sorus und der sich daraus ergebenden Gesetzmässigkeiten bedarf aber noch ausgedehnter Untersuchung; doch glaube ich schon jetzt aus der hier vertretenen Anschauung den Schluss ziehen zu können, dass die fossilen Farne aus der Formgattung *Sphenopteris*, welche wegen Aehnlichkeit der Blattform als Repräsentanten der *Hymenophyllaceen* betrachtet werden, keinesfalls den unter den lebenden *Hymenophyllaceen* vertretenen Entwicklungsreihen angehören können, da sämtliche²⁾ mir bekannt gewordene *Sphenopteris*-Arten katadrome Nervatur besitzen, die unter den lebenden nur im Zusammenhang mit der *Pecopteris*-Nervatur (bei *Ptilophyllum*, mit einziger Ausnahme des kleinen, sicher extremen Typus *Acarpacrium*) vorkommt. Ich sehe hierin vielmehr Angehörige der *Davalliaceen*- oder *Chailanthes*-Reihe, bei welchen in der That auch unter den heutigen Formen katadrome *Sphenopteris*-Nervatur beobachtet wird. Dass keine (oder vielleicht nur äusserst seltene) *Hymenophyllaceen* fossil erhalten wurden, hat bei der zarten Beschaffenheit des Blattgewebes wenig Auffallendes.

1) Sie ist vermuthlich neu; ich habe sie einstweilen *H. Kurzii* benannt, s. unten im systematischen Theil.

2) Höchstens der nur äusserst mangelhaft bekannte *Trichomanites Beinerti* Göpp. könnte vielleicht hierher gehören.

2. Die Anatomie des Blattes.

Von den am Scheitel des Blattes sich sondernden Partien, dem Nerven und dem Mesophyll, erfährt, wie bereits erwähnt, nur der erstere weitergehende anatomische Differenzierung durch Theilungen parallel mit der Blattfläche, während das Mesophyll meistens eine einfache Zellfläche bleibt. Es sei daher auch die Anatomie des Blattnerven zuerst der Gegenstand unserer Betrachtung.

Der Querschnitt durch einen schwachen Nerven von *Trichomanes speciosum* (Taf. III. Fig. 42) zeigt einen ziemlich in der Mitte verlaufenden Fibrovasalstrang von etwa kreisrunder Querschnittsform, umgeben von zwei bis drei Zelllagen, welche wir vorläufig als Rinde und Epidermis bezeichnen. Es tritt vor Allem die Frage heran, ob in der Entwicklungsgeschichte von vorneherein eine Sonderung des Stranges vom peripherischen Gewebe ausgesprochen ist.

Die ersten Theilungen, welche das Mehrschichtigwerden des Nerven einleiten, lassen sich am besten an Scheitelansichten durchsichtiger¹⁾ Präparate des Blattrandes constatiren. Die oberste Einstellung (Fig. 38 A) zeigt die Umrisse der Randzellen, in der Mitte der Scheitelzelle; bei etwas tieferer Einstellung (Fig. 38 B) gewahrt man die bereits in Längsreihen neben einander liegenden Innenzellen, deren jede durch eine genau median verlaufende Wand (m) in zwei Zellen getheilt ist, wovon eine der Ober-, die andere der Unterseite des Blattes entspricht. Noch etwas tiefer (Fig. 38 C) findet man noch weitere Theilungen parallel mit der ersten Wand, so dass nun hier drei Längsreihen (1, 2, 3) hervortreten, welche zur Bildung des Nerven verwendet werden, während beiderseits das einschichtig bleibende Mesophyll angrenzt. Gelungene Längsschnitte, welche senkrecht zur Blattfläche durch ein Nervenende geführt werden, entsprechen vollkommen den Querschnittsansichten (Fig. 39). Zuerst tritt die Wand m auf, sodann die beiden Wände r, hierauf e. Die weitere Ausbildung, welche wegen der verschiedenen Zelllängen in den sich differenzirenden Systemen von besonderem Interesse wäre, kann leider, wenigstens an *Trichomanes speciosum*, auf solchen Längsschnitten nicht untersucht werden, da wegen der häufig sich wiederholenden Gabelungen gerade an den entscheidenden Stellen kein gerader Verlauf des Nerven stattfindet.

Da nun aus den im Querschnitt parallel nebeneinander liegenden Zellreihen (Fig. 38 C 1, 2, 3) eine peripherische Anordnung der Gewebe resultirt, so darf man nicht erwarten, eine für jede Zelle durchführbare Gesetzmässigkeit in der Aussonderung der Systeme zu finden, wie sie sich etwa an den Wurzeln der Gefässkryptogamen nachweisen lässt. Als weitere Schwierigkeit der Untersuchung kommt noch die Inconstanz in der Anzahl der einen Nerven constituirenden Zellreihen hinzu, welche je nach der Stärke wechselt.

Vergleicht man das vorgeschrittenere Stadium Fig. 40 mit dem jüngeren Fig. 38 C, so erkennt man hier ohne alle Schwierigkeit die Reihen 1, 2, 3, 4 als entsprechend den Reihen 1, 2, 3 in Fig. 38, sowie die mediane Wand m; nur ist, wie der Vergleich mit dem Ansatz des Mesophylls im fertigen Zustand lehrt, in den Reihen 1 und 4 die Wand r noch nicht aufgetreten. Auch über die Gleichwerthigkeit der Wände r und e in beiden Figuren kann kein Zweifel aufkommen. Es macht hier ganz den Eindruck, als würde durch die Wand r zunächst die Rinde vom Fibrovasalstrang in den mittleren Zellreihen 2

¹⁾ Das Durchsichtigmachen gelingt in überraschender Weise mit der von Russow empfohlenen Mischung von Kali und Alkohol.

und 3 abgesondert; die beiden äusseren Reihen 1 und 4 würden sich an der Bildung des Stranges gar nicht mehr betheiligen. Da wir nun an stärkeren Nerven, welche sicher mehr als vier Zellreihen umfassen (und Längstheilungen in den oberflächlichen Zellen finden nach Massgabe der Flächenansichten nicht statt, s. oben S. 5), nur eine Rindenzelllage innerhalb der Epidermis antreffen (Fig. 42), so werden wir in Fig. 40 die zwischen den Wänden r und e eingeschlossene Zellenzone als Anlage der Rinde und somit die Wand e als Epidermiswand ansprechen dürfen. Sind diese Auffassungen richtig (für ihre Richtigkeit spricht auch ein unten zu erwähnender phylogenetischer Grund), so sehen wir in den ersten Theilungen des von den Wänden r nach oben und unten begrenzten Procambiums die Vorbereitung zur peripherischen Anordnung.

Versuchen wir aber nun, das noch weiter vorgeschrittene Stadium Fig. 44 hiemit in Einklang zu bringen, so stossen wir dabei auf erhebliche Schwierigkeiten, welche einerseits darin beruhen, dass wir hier nur drei den Nerven constituirende Zellreihen vor uns haben, andererseits aber auch in der durch die sich steigernde peripherische Gruppierung bedingten Verschiebung der Wände. Es scheint, dass hier das Procambium nur aus der mittleren Zellreihe 2 hervorgeht, welche im Centrum eine unverhältnissmässige Verbreiterung erfährt, während von den Reihen 1 und 3 nur schmale Rindenzone (R¹ und R³) abstammen. Unter den bisherigen Voraussetzungen habe ich die Bezeichnungen der Zellen in Fig. 44 ausgeführt, wonach E die Epidermis, R die Rindenzone, und zwar R¹ die der Reihe 1, R³ die der Reihe 3 entstammende Rindenpartie bedeutet. In der Reihe 2 glaube ich die Zellen R als durch die Wand r, die Zellen E als durch die Wand e nach aussen hin abgeschieden betrachten zu dürfen. Es gehören somit die Zellen S, in welchen ich die erste Anlage der Scheide (der beiden Zonen s und cs der späteren Figuren) erblicke, dem Procambium an, welches innerhalb der Wände r liegt und hier nur aus der einzigen Reihe 2, in Fig. 40 ausschliesslich aus den beiden Reihen 2 und 3 gebildet wird. Die Wand m wird hier in Fig. 44 im Procambium etwas gegen die Oberseite des Blattes zu verschoben, was vielleicht mit der später zu erörternden Differenzirung des Stranges zusammenhängt. Mag man vielleicht diese Deutungen als gezwungen ansehen, so halte ich sie unter den bestehenden Verhältnissen doch als die ungezwungensten unter den überhaupt möglichen; es spricht ferner dafür der Umstand, dass wir nur auf diese Weise einige Gesetzmässigkeit in der Differenzirung finden, während jede andere Deutungsweise dahin führen würde, dass überhaupt gar keine Beziehung zwischen Anlage und Ausbildung der Gewebselemente besteht, eine Auffassung mit der zum Mindesten gar nichts gewonnen wäre.

Wenden wir uns nun zur Detailbetrachtung des Fibrovasalstranges und bleiben zunächst bei den schwächeren Nerven des *Trichomanes speciosum* (Fig. 42—44), so können wir innerhalb des Stranggewebes unter gleichmässiger Berücksichtigung der Zellformen und ihrer gegenseitigen Lage folgende Theile unterscheiden:

1) eine Scheide, welche aus zwei Zelllagen (s und cs) besteht und allseitig als die äusserste Partie des Stranggewebes erscheint.

2) Gefässe¹⁾ (gf), welche als Spiral-, Netz- und Treppengefässe auftreten.

1) Ich halte es mindestens für überflüssig, die nicht in so offener Communication, wie bei den Phanerogamen, stehenden röhrigen Elemente der höheren Kryptogamen mit einem besonderen Namen, als Tracheiden oder Leitzellen zu bezeichnen; denn es kann über ihre morphologische Gleichwerthigkeit kein Zweifel mehr bestehen, nachdem sowohl ächte Gefässe an der Stelle von Tracheiden bei Farnen (Russow, Vergl. Unters. p. 103) als umgekehrt Leitzellen an der Stelle von Gefässen bei Phanerogamen (s. A. PETER, über Gefässe und gefässartige Gebilde im Holze einiger Dikotylen. Inaug.-Diss.

3) Bastzellen (b), welche durch ihr kleines Lumen, dicke Wände und bedeutende Länge ausgezeichnet eine meist zusammenhängende Zone bilden.

4) eine aus gleichartigen Zellen bestehende Grundmasse, welche den von den übrigen Elementen nicht in Anspruch genommenen Raum ausfüllt.

Siebröhren oder ähnliche Elemente konnten bei keiner Pflanze der ganzen Ordnung aufgefunden werden.

Versuchen wir diese Elemente nach den herrschenden Anschauungen zu gruppieren und dadurch einen Vergleich mit den Strängen anderer Pflanzen herbeizuführen, so werden wir zunächst die Gefässe als zweifellose Vertreter des Xylems erkennen und, gestützt hauptsächlich auf den in der Lagerung ausgesprochenen Gegensatz, die Bastzellen als Vertreter des Phloems. Hiemit ist aber nach meiner Ansicht die Vertheilung der Elemente unter diese beiden Typen beendet. Die Zellen der Grundmasse können in Folge ihrer Lagerung keiner der beiden Gruppen zugezählt werden; denn sie sind von vollkommen gleicher Beschaffenheit in der nächsten Nähe der Bastzellen, sowie der Gefässe, sowie auch zwischen den Gefässen (z. B. Fig. 44). Gerade dieses letztere Vorkommen weist uns aber den richtigen Weg zu ihrer Deutung an: es sind Procambiumzellen, welche keine anderweitige Ausbildung erfahren haben, welche in dem dünnwandigen Zustand und der Gestalt der Procambiumzellen verblieben sind und demgemäss als Grundmasse des Stranggewebes erscheinen. Russow¹⁾ hat für diese Gebilde den Namen Geleitzellen vorgeschlagen; ein anderer Name scheint mir aber nicht bloss die Priorität, sondern auch die Zweckmässigkeit für sich zu haben, nemlich der von NÄGELI eingeführte: Cambiform. Es ist hiedurch der Werth der Gebilde vollkommen ausgedrückt. Die Gestalt dieser Cambiformzellen ist langgezogen mit geraden oder etwas schiefen Querwänden; sämtliche Wände sind dünn; der Inhalt besteht aus reichlichem Plasma und Stärke.

Genau dieselben Cambiformzellen, wie sie die Grundmasse des ganzen Stranges bilden, setzen auch die innere Zellenzone (cs) der Scheide zusammen. Es tritt, wie bereits Russow²⁾ an *Pteris*, *Polypodium* und *Lygodium* hervorgehoben hatte, hier mit überraschender Klarheit hervor, dass die beiden Zellenschichten der Scheide ziemlich spät, erst nach Ausbildung der ersten Gefässe, durch tangential Theilung einer Schichte entstehen, wie sich an schwächeren Strängen auch noch im fertigen Zustande (Fig. 43, 44) unzweideutig zu erkennen gibt. Die äussere dieser beiden Schichten der Scheide (s) zeichnet sich durch braune Färbung der radialen und Querwände aus, womit häufig eine wenn auch sehr schwache Wellung der Radialwände verbunden ist. Desshalb bezeichnen wir sie im Folgenden, übereinstimmend mit der bisherigen Ausdrucksweise, als Schutzscheide. Die Form ihrer Zellen ist stets parenchymatisch, doch so, dass der Längsdurchmesser den tangentialen Querdurchmesser etwa 4—5 mal übertrifft.

Die innere Schichte der Scheide wurde von Russow³⁾ als Phloemscheide bezeichnet, ein Ausdruck, den ich aus unten ersichtlichen Gründen vermeide und durch Cambiformscheide ersetze, da deren

Königsberg 1874) nachgewiesen sind; will man die Verschiedenheit in der Nomenclatur ausdrücken, so könnte man offene und geschlossene Gefässe unterscheiden.

1) Vergleichende Untersuchungen betr. die Histologie etc. der Leitbündelkryptogamen. Mém. de l'Acad. d. Sc. St. Petersburg. VII. Série. Tome XIX. Nr. 1. 1872. p. 8.

2) Vergl. Unters. p. 195 ff. Taf. IX. Fig. 183. 184. 185.

3) Vergl. Unters. p. 4.

Zellen vollkommen mit den übrigen Cambiformzellen übereinstimmen und gleich diesen in besonderen Fällen weitere Ausbildung erfahren können. Die Zellen der Cambiformscheide sind auch länger als die der Schutzscheide; doch konnte ich das Verhältniss nicht genau feststellen; jedenfalls geht aber daraus hervor, dass die Zellen der Schutzscheide erst zuletzt Quertheilungen erfahren.

Durch den engen genetischen Zusammenhang der Cambiformscheide mit der Schutzscheide einerseits, durch die Identität sämtlicher Cambiformzellen andererseits ist ein neuer Grund dafür gewonnen, das gesammte Scheidengewebe dem Fibrovasalsystem und nicht dem umgebenden Grundgewebe zuzuzählen, wie wir schon aus der Entwicklungsgeschichte die Zellenzone S in Fig. 44 als muthmassliche Anlage des Scheidengewebes und als äusserste Schichte des Procambiums aufgefasst hatten. Russow geht freilich den umgekehrten Weg und zieht die Cambiformscheide noch mit zum Grundgewebe, weil die Schutzscheide dem Grundgewebe angehört. Letzteres wird aus der Fortsetzung der radialen Reihen gefolgert. Allein wir wissen nun aus der Entwicklungsgeschichte, dass (wenigstens im Blatt) die Reihenanzordnung sich über den ganzen Nervenquerschnitt erstreckt; dass später durch Reihenanzordnung die Scheide sich eher an das Grund- als an das Stranggewebe anschliesst, folgt mit Nothwendigkeit aus den allwärts gerichteten Theilungen im Innern des Procambiums. Die Cambiformscheide mit zum Grundgewebe zu ziehen, erscheint mir ganz und gar unzulässig wegen der Identität der Zellen mit den innern Cambiformzellen und hauptsächlich wegen ihrer Fähigkeit, gleich anderen Procambiumzellen, besondere Ausbildung zu erfahren (s. die Bastzellen in Fig. 45 bei a). Ein weiterer Grund für die hier vertretene Ansicht liegt endlich darin, dass die Quertheilungen der Schutzscheide, wie aus dem Längenverhältniss folgt, zuletzt eintreten, mithin die Schutzscheide dem sich von Anfang an durch grössere Länge der Zellen auszeichnenden Procambium angehört, was freilich bei der Unzulänglichkeit der Längsschnitte nicht des Näheren erörtert werden kann¹⁾.

Ausserordentliches Interesse bietet die gegenseitige Lagerung des Xylems und Phloems, d. h. der Gefäss- und Bastzellgruppen. In äusserst zarten Strängen (Fig. 42) ist das Xylem auf ein einziges Gefäss, das Phloem auf einige wenige Bastzellen reducirt. Sowohl das Xylem als das Phloem liegen unmittelbar der Cambiformscheide an und zwar nahezu einander gegenüber. Noch deutlicher tritt diese Lagerung da hervor, wo die Anzahl der Elemente eine grössere ist, wie in Fig. 43 und 44. Hier liegen die primordialen Gefässe (Spiral- und Netzgefässe) der Cambiformscheide an, die später gebildeten Treppengefässe nahe der Mitte des Stranges. Es besteht also kein Zweifel mehr, dass diese Stränge vollkommen den Charakter collateralen Stränge besitzen, deren Phloem und Xylem an der Peripherie des Stranges einander gegenüberliegen, so dass das Xylem der Ventralseite (Oberseite des Blattes) angehört, das Phloem der Dorsalseite (Unterseite), in denen die Ausbildung des Xylems gegen die Mitte zu fortschreitet. Letzteres geschieht bei schwächeren Strängen (Fig. 43) auf der ganzen Linie gleichmässig, bei stärkeren (Fig. 44) nach links und rechts im Bogen, so dass die Gefässe unter dem Phloem zusammenschliessen. Das Phloem dagegen bildet sich nicht centripetal aus, sondern umzieht im Halbkreise die centralen Theile des Stranges. Zwischen Xylem und Phloem findet sich eine einfache oder stellenweise verdoppelte Lage von Cambiformzellen, ebensolche füllen auch kleinere Lücken im Xylem und Phloem, sowie den Raum innerhalb des Gefässbogens aus.

1) Selbstverständlich ist hiemit noch nichts über die Stellung der Schutzscheide bei anderen Pflanzen präjudicirt; hat man ja doch schon verschiedene Dinge als Schutzscheide angesprochen, die erst noch der Sichtung bedürfen.

Vergleichen wir damit einen stärkeren Strang, wie er den Blattstiel und den unteren Theil der Spindel bei *Trichomanes speciosum* durchzieht, so finden wir auffallende Verschiedenheiten, die aber nicht unerklärt bleiben. Die Gefässe beschreiben ebenfalls einen Bogen (s. die schematische Figur 51), die englichtigsten (Spiral- und Netzgefässe) liegen ebenfalls an der Ventralseite. Allein die primordialen Gefässe liegen nicht einander genähert in der Mitte der Ventralseite, wie Russow¹⁾ irrthümlich angibt, sondern an den beiden unteren Ecken des im Allgemeinen dreieckigen Xylems. Von diesen zwei Punkten begann die Gefässbildung, indem sie gegen die Mitte des Stranges sich nähernd den Bogen unter dem Phloem schloss, andererseits aber auch der Ventralseite entlang sich auf der geraden Verbindungslinie der beiden Ausgangspunkte näherte. Nur an der Basis des Blattstiels tritt hier wirklicher Zusammenschluss der Gefässe ein; ferner kommen hier keine treppenförmigen, sondern nur Netzgefässe zur Entwicklung. — Wichtiger ist die Lage des Phloems in diesen starken Strängen. Dasselbe umzieht nemlich in Form eines allseitig geschlossenen Ringes das ganze Xylem. Mithin liegen auch die primordialen Gefässe nicht mehr an der Cambiformscheide an, sondern sind durch Phloem davon getrennt (Fig. 45). Jüngere Zustände vermitteln aber diese concentrische Anordnung mit der in schwächeren obwaltenden collateralen: die Phloembildung beginnt nemlich im Blattstiele von *Trichomanes speciosum* an der Dorsalseite und schreitet ziemlich rasch im Bogen auf den beiden Seiten bis zum Zusammenschluss auf der Ventralseite fort; dass hiebei auch Zellen der Cambiformscheide eine den Bastfasern gleiche Ausbildung erfahren können, zeigt Fig. 45 bei a. Aus diesem Grunde kann ich auch der Russow'schen²⁾ Bezeichnung »Protophloemzellen« für Bastzellen nicht beipflichten, da nicht alle Bastzellen Protophloemzellen sind; es verhalten sich die Bastzellen der Ventralseite zu denen der Dorsalseite etwa wie die Treppengefässe zu den Spiralgefässen. Gelegentlich sei hier auch erwähnt, dass nach meinen Beobachtungen an der Stammspitze die Bastzellen nicht immer die erst ausgebildeten Elemente des Stranges sind; ich sah Präparate, an denen die Spiralgefässe bereits fertig ausgebildet waren, ohne dass die charakteristischen Bastzellen erkennbar gewesen wären.

Was schliesslich die Cambiformzellen eines solchen stärkeren Stranges im Blattstiel betrifft, so ist zunächst die Vermehrung der Zellen der Cambiformscheide hervorzuheben, welche nicht bloss in tangentialer, sondern auch in radialer Richtung stattfindet, letzteres insbesondere in der Mitte der Ventralseite, sowie an den beiden Seiten des im Umrisse etwa dreieckigen Stranges; in der Mitte dieser Seiten sind die Bastzellen am weitesten von der Schutzscheide entfernt, womit auch eine starke Lumenzunahme der Cambiformscheidezellen zusammenhängt. Auch die zwischen dem Gefässbogen und den dorsalen Bastzellen hinziehenden Cambiformzellen sind in den stärkeren Strängen zahlreicher, ohne dass es jedoch gelingt, in deren Zug zwei Zonen, Russow's Xylem- und Phloemscheide, unterscheiden zu können. Die unmittelbar den Spiralgefässen innen anliegenden Cambiformzellen zeichnen sich durch weiteres Lumen und durch eigenthümliche Aussackungen aus, wie sie von Russow³⁾ bei *Marsilia* beschrieben und abgebildet sind.

Die Entwicklung des Blattstiels erfolgt, wie Fig. 54 zeigt, ebenso wie die der Nerven aus parallel nebeneinander liegenden Zellreihen (über deren Verhältniss zur Scheitelzelle s. die Schlussbetrachtungen),

1) Vergl. Unters. Taf. X. Fig. 5.

2) Vergl. Unters. p. 4.

3) Vergl. Unters. p. 6. Taf. II. Fig. 13.

in denen eine Anzahl, in ihrer Aufeinanderfolge nicht genau controlirbarer Theilungen parallel zur Blattfläche auftreten.

Die Verzweigung der Fibrovasalstränge in den Nervengabelungen bietet bei der eben geschilderten Sachlage wenig Bemerkenswerthes. Wie bereits erwähnt, ist bei *Trichomanes speciosum* der Strang wenigstens in den unteren Theilen der Spindel ausgesprochen diarch¹⁾, während schon an der Basis der secundären Spindeln die beiden Anfangspuncte sehr genähert sind (Fig. 44). Wie kaum anders erwartet werden kann, legen sich die Spiralgefässe der Seitenfiedern sämmtlich an die Spiralgefässgruppe der betreffenden Seite im Strang der Hauptspindel. In den höheren Verzweigungen verschmelzen die annähernd oder wirklich monarchen Stränge vollkommen seitlich miteinander. —

Durch diese möglichst genaue Kenntniss der Stränge im Blatt von *Trichomanes speciosum* haben wir die Grundlage gewonnen, um sowohl die einfacher gebauten der niedriger organisirten Arten als auch die complicirteren Typen beurtheilen zu können. Dass eine vollständig erschöpfende Vergleichung nicht durchgeführt werden konnte, dürfte bei der Beschaffenheit des getrockneten Materials entschuldbar erscheinen, das einerseits wegen zu spärlichen Vorhandenseins, andererseits wegen des ungünstigen Erhaltungszustandes²⁾ nicht über alle Verhältnisse ins Klare kommen liess.

Eine grosse Anzahl von Arten der Gattung *Trichomanes* (die Sectionen *Crepidomanes*, *Didymoglossum*, *Craspedoneuron* und *Phlebiophyllum*) erheben sich auch in den stärksten Strängen im Blattstiel nicht über das Niveau, auf welchem die in Fig. 43 dargestellten feineren Nerven bei *T. speciosum* (überhaupt den Sectionen *Leptomanes*, *Eutrichomanes*, *Lacosteopsis* und *Davalliopsis*) stehen. Eine Gruppe primordialer Gefässe liegt an der ventralen Peripherie des Stranges (innerhalb der Scheide), centripetal davon eine geringe Anzahl treppenförmiger Gefässe, zwischen denen nur höchst spärlich Cambiformzellen vorkommen; das Phloem umzieht im Halbkreis nur die dorsale Peripherie (s. das Schema Fig. 48). Dass dieser einfache Bau nicht ausschliesslich durch den geringen Umfang bestimmt wird, zeigen die schwachen Stränge von *Leptomanes* und *T. (Eutrichomanes) firmulum*, welche, obwohl von geringem Umfang, doch deutlich diarch sind.

Die Gattung *Gonocormus* zeichnet sich durch die ausserordentlich geringe Zahl der Gefässe aus; doch konnte ich über die Ausdehnung des Phloems zu keinem sicheren Resultate gelangen.

Bei *Hemiphlebium Hookeri* findet sich im Blattstiel und dem unteren Theil der Mittelrippe derselbe monarche Bau wie in Fig. 43; die Seitennerven und das Ende der Mittelrippe stehen aber auf einer noch viel niedrigeren Entwicklungsstufe: sie entbehren des Phloems. Fig. 47 zeigt den Querschnitt eines Seitennerven. Innerhalb der jederseits auf drei Sklerenchymzellen reducirten Rinde liegt eine geringe Anzahl Cambiformzellen, in deren Mitte eine Gruppe sehr weniger und sehr enger Gefässe. Die Cambiformzellen lassen in stärkeren Strängen durch tangential Theilung die Andeutung der Scheidenbildung erkennen. In diesem Strang, der nahezu auf der niedrigst denkbaren Stufe der Organisation steht, finden wir durch nachträgliche Ausbildung wenig verändert dieselben Wände wieder, welche wir als die ersten bei der Anlage des Nerven von *Trichomanes speciosum* Fig. 38—40 kennen

1) Diese Ausdrücke, welche für die Stränge der Wurzeln in Gebrauch sind, empfehlen sich auch für die Blatt- und Stammstränge der Farne.

2) In letzterer Beziehung ist besonders das von S. KURZ auf Java gesammelte Material bedauerlich, das wegen Reichthums und Vollständigkeit der Exemplare höchst schätzenswerth, wohl in Folge zu raschen Trocknens leider ganz zerrissene Stränge aufweist.

gelernt haben. Die Wand *m* ist im Strang und den beiden seitlichen Zellreihen ohne alle Schwierigkeit aufzufinden. Die Wand *r* trat nur in der mittleren strangbildenden Reihe auf und schied beiderseits die einschichtig bleibende Rinde ab, während durch die Wand *e* die Epidermis davon abgetrennt wurde. —

Verfolgen wir nun, von diesen einfachsten Strängen ausgehend, die in den verschiedenen Typen ausgesprochene Stufenreihe, so finden wir den ersten Schritt zur weiteren Differenzirung in dem Auftreten des zweiten Bestandtheils, des Phloems, indem die Gefässe aus dem Centrum gegen die ventrale Peripherie rücken, während das Phloem auf der dorsalen auftritt¹⁾ (s. d. Schema Fig. 48).

Die weitere Massenzunahme des Strangs bringt eine Vermehrung der Anfangspunkte des Xylems mit sich, indem die ersten Gefässe, wie sich das an schwächeren und stärkeren Nerven desselben Blattes (s. Fig. 42—45) schrittweise verfolgen lässt, nach rechts und links auseinanderweichen und die weitere Ausbildung der Xylemelemente im Bogen gegen die dorsale Peripherie zu bis zum Zusammenreffen fortschreitet. Hiemit ist die dreieckige Querschnittsform des Stranges verbunden. Gleichzeitig tritt die Erweiterung des Phloems zum vollkommen geschlossenen Bogen auf. Nur selten liegen bei diesem Typus wirklich die primordialen Gefässe an den Enden des Bogens der Gefässe; in den meisten Fällen schreitet die Gefässbildung auch auf der geraden Verbindungslinie der beiden Ausgangspunkte fort, sei es nur eine kurze Strecke oder (an der Basis des Stiels bei *Trichomanes speciosum*) bis zur vollständigen Berührung.

Zwei dem Anscheine nach wenig wichtige Variationen dieses in Fig. 51 schematisch dargestellten, sehr weit verbreiteten Typus verdienen besondere Aufmerksamkeit: nemlich zunächst der in Fig. 50 dargestellte Typus, den ich bei *Ptilophyllum Bancroftii* beobachtete; die primordialen Gefässe liegen der Cambiformscheide unmittelbar an; dennoch findet sich aber an der Ventralseite Phloem, das somit mit dem dorsalen nicht in Verbindung steht. Dieses Vorkommniss erscheint deswegen bemerkenswerth, weil hiedurch der für die Wurzeln charakteristische Bau der Stränge mit den übrigen verknüpft wird.

Die zweite Variation findet sich in der Section *Selenodesmium* von *Trichomanes* (Fig. 52). Während nemlich sonst bei dreieckiger Querschnittsform des Stranges das Cambiform in der Mitte der Ventralseite stark vermehrt ist, folgen hier Phloem und die Scheide der sehr gestreckten halbmondförmigen Bogenform des Xylems. Diese Abweichung verdient deshalb besonders hervorgehoben zu werden, weil hiemit die in den nächstverwandten Ordnungen der Osmundaceen und Cibotiaceen herrschende Form des Stranges der Anlage nach gegeben ist.

Ein weiterer Fortschritt erfolgt in den höchst differenzirten Gruppen der beiden Gattungen *Trichomanes* und *Ptilophyllum*, in deren Sectionen *Davalliopsis* und *Feea*. Es tritt nemlich eine weitere Vermehrung der Anfänge des Xylems auf; es erscheint hier plötzlich eine dritte Gruppe primordialer Gefässe in der Mitte der Dorsalseite, von welcher aus die Gefässbildung den beiden Seiten entlang fortschreitet, bis sie zusammentrifft mit der von den ventralen primordialen Gefässen ausgehenden Bildung (Fig. 53). Von den beiden ventralen Anfangspunkten schreitet die Gefässbildung in einem etwas einwärts gerichteten Bogen auf der Ventralseite fort; hier werden ansehnlich grosse treppenförmige Gefässe

1) Man könnte versucht sein, die gegen die Ventralseite gerichtete Verschiebung der Wand *m* in Fig. 41 mit dem Auftreten des Phloems in Verbindung zu bringen.

ausgebildet (Fig. 46). Eine Beziehung der dorsalen Spiralgefässgruppe zum Ansatz der aus den Seitenfiedern kommenden Stränge existiert nicht; es legen vielmehr die letzteren ihre primordialen Gefässgruppen nur an die ventrale Gefässgruppe der betreffenden Seite im Strang der Blattspindel. — Ganz an der Basis des Blattstiels weicht bei *Trichomanes Prieurii* die dorsale Spiralgefässgruppe in zwei nebeneinander liegende auseinander.

Das Phloem ist hier an der Bauchseite nicht vollständig geschlossen, sondern endigt neben den Enden des Gefässbogens; dafür erfährt das Cambium in der Mitte der Ventralseite eine ausserordentliche Vermehrung.

Gleichzeitig mit dieser Vermehrung der primordialen Gefässgruppen tritt eine neue Zellform in die Zusammensetzung des Stranges ein, nemlich langgezogene, prosenchymatische, dickwandige, inhaltsarme Zellen, welche den vom Gefässbogen umschlossenen Raum ausfüllen (Fig. 53, 46h). Ihrer Lage nach schliessen sie sich unmittelbar dem Xylem an und ich stehe daher nicht an, sie geradezu als Holzzellen zu bezeichnen. In sehr geringem Umfange treten solche Holzzellen auch bei *Lacostea tanaica* auf (Fig. 49). —

Das den Strang umgebende Grundgewebe besteht in seinem inneren Theile, der Rinde, aus mehr oder minder sklerenchymatischem Gewebe. Im einfachsten Fall, den Nerven von *Hemiphlebium* Fig. 47, ist sie nur auf je eine dreizellige Sklerenchymschichte ober- und unterseits reducirt. In den Nerven und schwächeren Spindeln der übrigen Gattungen ist die ganze Rinde dickwandig, sklerenchymatisch, nur bei einigen *Hymenophyllum*-Arten, z. B. *H. tunbridgense*, sind die seitlich gelegenen Rindenzellen dünnwandig. Bei *Trichomanes* § *Craspedoneuron* erfährt umgekehrt die stark sklerenchymatische Rinde seitlich bedeutende Verbreiterung. In den stärkeren Spindeln und Blattstielen zeigt sich ein deutliches Abnehmen der sklerenchymatischen Ausbildung gegen den Strang zu, so dass die der Schutzscheide anliegenden Rindenzellen vollkommen parenchymatisch und dünnwandig sind (Fig. 45). Während sonst die Schutzscheide nach aussen scharf abgegrenzt erscheint (Fig. 42—44), sind ihre an dünnwandige Rinde angrenzenden Zellen von unregelmässig polygonalem Querschnitt (Fig. 45) und sind dann nur durch die braune Farbe der Radialwände von dem Rindengewebe zu unterscheiden. Von der ringsum gleich starken sklerenchymatischen Ausbildung der äussersten Rindenlagen macht nur der Blattstiel von *Hemiphlebium Hookeri* eine Ausnahme, bei dem dieselbe auf die Oberseite beschränkt ist.

Die durch Quertheilung aus den Sklerenchymzellen entstehenden, mit Verdickungspolstern versehenen »Deckzellen« fand ich der Beschreibung METTENIUS' ¹⁾ entsprechend; jedoch scheint ihr Vorkommen kein constantes zu sein.

Die äusserste Lage des Grundgewebes kann zweckmässig als Epidermis unterschieden werden, da sie stets eine von der Rinde verschiedene Ausbildung erfährt und durch eine bestimmte Theilungswand (e in Fig. 38—40) abgeschieden wird. Sie erfährt niemals sklerenchymatische Ausbildung und zeichnet sich durch reichlichen Chlorophyllgehalt aus; überhaupt stimmt sie in den wesentlichsten Punkten mit den Zellen des Mesophylls überein, von denen ihre Zellen indessen durch die rechteckige, in der Längsrichtung des Nerven etwas verlängerte Gestalt abweichen. Dass auf die Entstehung der Epidermis durch die Wand e nicht zu viel Gewicht gelegt werden darf, zeigt Fig. 47, wo ohne deren Auftreten die beiden durch die Wand m getrennten Zellen die Ausbildung der Epidermis erfahren haben.

¹⁾ Hym. p. 423.

Spaltöffnungen fehlen den Hymenophyllaceen vollständig, ebenso Intercellularräume.

Das Mesophyll ist bei den meisten Arten, wie erwähnt, eine einfache Zellfläche; auch am Blattstiel zieht es sich sehr häufig als schmaler, flügelartiger Anhang mehr oder minder weit herab. Die Verdickung und Faltung der Zellwände erfährt einen sehr hohen Grad von Ausbildung, worüber ich auf die ausführliche Darstellung bei METTENIUS¹⁾ verweise, da weitere morphologische oder systematische Gesichtspunkte (abgesehen von der Unterscheidung der Species) sich nicht daraus zu ergeben scheinen. Die Anordnung der Zellen des Mesophylls lässt häufig noch im fertigen Zustande ihre Entstehungsweise am Scheitel erkennen; am auffälligsten ist diess bei *Trichomanes* § *Leptomanes* zu beobachten, wo die Umrisse der anfänglich durch tangentialen Theilungen entstandenen, später nur mehr radial getheilten Zellen in fast schematischer Uebersichtlichkeit unverzerrt erkannt werden, ein Verhältniss, das von PRESL²⁾ bei *T. Smithii* in der abenteuerlichsten Weise missverstanden und zur Aufstellung der Gattung *Abrodictyon* benützt wurde. Auch VAN DEN BOSCH³⁾ legt diesem Baue zu viel Gewicht bei.

Bei *Hymenophyllum* § *Leptocionium* ist der Rand des Blattes gesägt, indem einzelne Zellgruppen weiter vorragen. Die regelmässige Anordnung der Zähne lässt kaum einen Zweifel darüber aufkommen, dass sie mit der Segmentirung am Scheitel in irgend einem Zusammenhange stehen, der aber leider nicht eingehend untersucht werden konnte.

Obwohl die Einschichtigkeit des Mesophylls einen wesentlichen Unterschied der Hymenophyllaceen gegenüber den übrigen Ordnungen bedingt, so ist doch das Auftreten mehrerer Zellschichten bei einigen Arten nicht geeignet, diese, wie VAN DEN BOSCH⁴⁾ versucht hat, in eine besondere Familie: *Diplöophyllaceae* zu vereinigen. Denn erstens tritt die Verdoppelung oder Vermehrung der Zelllagen in geringer Ausdehnung bei vielen Arten auf⁵⁾, besonders in der Nähe der Nerven oder des Randes, oder (wie bei *Trichomanes speciosum*) an den Einschnitten der Zipfel. Ferner sehen wir die Vermehrung der Zellschichten des ganzen Blattes unabhängig bei mehreren Arten auftreten, die nach allen anderen Merkmalen den verschiedensten Typen angehören, nemlich bei *Cardiomanes reniforme*, *Ptilophyllum diversifrons* und *Hymenophyllum dilatatum*. Als gemeinsamer Charakter dieses mehrschichtigen Mesophylls verdient hervorgehoben zu werden, dass gewöhnlich die mittleren Zellen grösser sind als die oberflächlichen, unter letzteren wieder die der Unterseite grösser als die der Oberseite. Leider fehlt es mir an geeignetem Material, um meine Vermuthung, dass das Mehrschichtigwerden hier in derselben Weise wie an den Nerven erfolgt, und nicht durch schräge Theilungen, wie bei den übrigen Farnen, prüfen zu können.

Als Scheinnerven hat METTENIUS⁶⁾ Bildungen zusammengefasst, die äusserlich mit Nerven grosse Aehnlichkeit besitzen, sich aber von diesen durch den Mangel der Gefässe unterscheiden, vielmehr bloss Sklerenchymzellen führen. In ihrem Verlaufe stimmen sie theils mit den wahren Nerven überein, theils bilden sie einen Saum längs dem Rande oder anderweitige Streifen innerhalb des Mesophylls.

1) *Hymenophyllaceae* p. 441 ff.

2) *Hymenophyllaceae*, eine botanische Abhandlung. Prag 1843. Aus den Abh. d. böhm. Ges. d. Wiss. V. Folge, Bd. 3. p. 20. Tab. VII.

3) *Hymenophyllaceae Javanicae*. Natuurk. Verh. der k. Akademie. Deel IX. p. 17 (d. Sep.-Abdr.) Taf. XII.

4) *Eerste Bijdrage tot de Kennis der Hymenophyllaceae*. Verslagen en Mededeelingen der k. Akad. v. Wetenschappen. XI. Deel 1861. p. 322.

5) s. METTENIUS *Hymenophyllaceae* p. 458 ff.

6) l. c. p. 427 ff.

Nach dem im ersten Abschnitte¹⁾ über die Scheinnerven der Gattung *Hemiphlebium* Gesagten ist es zweckmässig, den Namen Scheinnerven (*nervi spurii*) auf solche Bildungen zu beschränken, die in ihrer Beziehung zum Aufbau des Blattes den wahren Nerven nahekommen, welche entweder, wie bei *Hemiphlebium punctatum* (s. Taf. I. Fig. 4), noch den Werth von Vegetationspuncten besitzen, oder, wie bei *H. sublimbatum* (Fig. 3), denselben zwar bereits verloren haben, aber dennoch sich als rudimentäre Nervenäste auffassen lassen. In dieser Weise definirte Scheinnerven kommen nur der Gattung *Hemiphlebium* zu.

Die Ausbildung dieser Scheinnerven erfolgt im einfachsten Falle durch zwei mit der Blattfläche parallele Wände, wodurch eine mittlere Sklerenchymzelle und zwei oberflächliche Zellen (Taf. IV. Fig. 56) angelegt werden; die letzteren theilen sich bisweilen noch einmal parallel den früheren Wänden (Fig. 57); die nun zunächst an die Sklerenchymzelle anstossenden Zellen können nach METTENIUS zu Deckzellen werden. Wenn hie und da auf dem Querschnitt zwei kleinere Sklerenchymzellen seitlich nebeneinander erscheinen, dürfte das wohl nur der Ausdruck ihrer prosenchymatischen Zuspitzung sein. Die oberflächlichen (Epidermis-) Zellen erfahren zwar häufigere Quertheilungen in Richtung der Höhe, bleiben aber doch stets mehr in die Länge gestreckt als die angrenzenden Mesophyllzellen (Fig. 55).

Für die übrigen Sklerenchym führenden Partien des Mesophylls schlage ich den Collectivnamen Streifen (*striae*) vor. Sie finden sich sehr häufig entlang dem Rande, aber gewöhnlich nicht in der Randzellenzone selbst, sondern in der nächst angrenzenden Zone (Fig. 58 s). Meist lassen sie ihre Entstehung aus tangential abgeschiedenen Zellen leicht erkennen. Sie sind bald ununterbrochen, bald unterbrochen und kommen bei *Hemiphlebium* § *Microgonium* im Zusammenhang mit den Scheinnerven vor, deren periphere Enden sie verbinden (Fig. 55 str). Ihre Structur gleicht bisweilen ganz und gar der der Scheinnerven; bisweilen bestehen sie aber auch bloss aus zwei übereinanderliegenden Zellen, oder sie werden selbst nur von einer ungetheilten sklerenchymatischen Flächenzelle des Mesophylls gebildet, worüber METTENIUS²⁾ viel Detail anführt.

Bei *Ptilophyllum* § *Feea* finden sich solche Streifen als kurze Verbindungsstücke der parallel nebeneinander hinlaufenden Nerven; wie die Entwicklungsgeschichte zeigt, stehen sie mit dem Aufbau des Blattes in keinem Zusammenhang, sondern entstehen erst spät durch Umbildung gewisser Mesophyllzellen.

3. Der Stamm.

Soviel des Interessanten gerade die genaue Untersuchung des Verhältnisses zwischen Stamm und Blatt versprochen hätte, so bin ich doch leider bei der Beschaffenheit des Untersuchungsmaterials nicht im Stande, den Angaben METTENIUS³⁾ hierüber viel Neues hinzuzufügen.

1) s. S. 10.

2) *Hymenophyllaceae* p. 434 ff.

3) *Hymenophyllaceae* p. 404 f. — Ueber Seitenknospen bei Farnen. Abh. d. math.-phys. Cl. d. K. sächs. Ges. d. Wiss. V. 1861. p. 615 f. 625.

In der Blattstellung sind vor Allem zwei Haupttypen zu unterscheiden, die zweizeilige, welche den Gattungen *Cardiomanes*, *Gonocormus*, *Hemiphlebium* und *Hymenophyllum* ausschliesslich zukommt, und die mehrzeilige (spiralige), welche in den höher organisirten Gattungen *Trichomanes*, *Lacostea* und *Ptilophyllum*, sei es nur an einzelnen Arten auftritt, oder, wie bei letztgenannter, zur weitaus vorherrschenden wird.

Die zweizeilig beblätterten Stämme sind stets kriechend dem Substrate anliegend, sei dieses nun der horizontale Boden, oder aufrechte Bäume u. dgl. Ihre Internodien sind fast immer gestreckt und die Blätter entstehen schon am Scheitel des Stammes entfernt von einander, so dass das Stammende frei über die Blattanlagen vorragt. Nur in einzelnen Fällen, so bei *Trichomanes maximum* (nach METTENIUS auch *Hymenophyllum fuciforme*), gewissen Sprossen von *Trichomanes speciosum*, *Lacostea brachypus* trifft man die zweizeilig geordneten Blätter dichtgedrängt, ähnlich wie anderwärts z. B. bei *Pteris aquilina*; *Lacostea* scheint einen regelmässigen Wechsel von gestauchten und gestreckten Sprossen zu besitzen, worüber s. unten p. 29.

Die zwei Blattreihen liegen aber nicht immer auf einem Durchmesser des Stammgrundrisses einander gegenüber, so dass die Divergenz $\frac{1}{2}$ beträgt, sondern manche Arten tragen die beiden Blattzeilen der Rückenlinie des Stammes genähert, wie diess z. B. auch bei *Azolla*, *Marsilia*, *Polypodium* u. a. der Fall ist. Ich bezeichne diese Blattstellung als dorsalzweizeilig im Gegensatz zur diametralzweizeiligen.

Die mehrzeilig (spiralig) beblätterten Stämme sind meist aufrechte oder schräge kurze Wurzelstöcke, deren Oberfläche dicht mit den Blattstielbasen und Wurzeln besetzt ist. Seltener finden sich gestreckte Internodien (*Ptilophyllum accedens*).

Die Verzweigung des Stammes steht, wie überhaupt bei den Farnen¹⁾, in der innigsten Beziehung zu den Blättern; sie geschieht durch Knospen, welche an einer bestimmten Stelle in der Nähe der Blattinsertion auftreten und schon am Stammscheitel mit dem Blatte angelegt werden; wir wenden hierfür den von STRASBURGER²⁾ vorgeschlagenen Ausdruck »stabile Knospen« an. Die Lage dieser Knospen zum Blatte, das wir füglich als Tragblatt bezeichnen können, hängt wenigstens bei den *Hymenophyllaceen* mit der Blattstellung zusammen.

Bei dorsalzweizeiliger Blattstellung stehen die Seitenzweige unten und meist etwas vor dem Tragblatt, d. h. so, dass die Seitensprosse in zwei Reihen diametral am Stammumfang gegenüber angeordnet sind, dabei aber gewöhnlich etwas scheitelwärts von der Blattinsertion entspringen. Die Symmetrieebene, welche Rücken- und Bauchseite des Stammes trennt, liegt in den Seitensprossen parallel mit der des Stammes, somit ebenso wie bei *Azolla*³⁾. Auch das erste Blatt des Seitensprosses tritt, wie bei *Azolla*, auf der vom Tragblatt abgewendeten Seite auf (Fig. 59).

Bei diametralzweizeiliger Blattstellung stehen die Seitensprosse in der Achsel der Tragblätter und bieten nur geringe Variation insofern dar, als sie bald auf dem Stamme, bald an der Basis des Blattstiels etwas hinaufrücken, Verhältnisse, die im Vergleich mit den Axillarknospen der Phanerogamen nichts Auffallendes an sich tragen. Die Orientirung zum Mutterspross konnte nur in wenigen Fällen

1) Dass alle Fälle von angeblicher Dichotomie des Farnstammes auf stabile Seitenknospen zurückzuführen sind, werde ich später ausführlich zeigen.

2) *Azolla* p. 22.

3) s. STRASBURGER, *Azolla* p. 42.

constatirt werden, nemlich bei *Trichomanes pyxidiferum* (Fig. 60), *T. radicans* und *Hymenophyllum polyanthos*, wo übereinstimmend mit der sonst weit verbreiteten Regel das erste Blatt des Seitensprosses dem Tragblatte gegenüberstehend gefunden wurde. Es nimmt also auch hier, wie sonst sehr häufig, das Tragblatt eine Stellung ein, als wäre es das erste Blatt des Seitensprosses (s. die Diagramme Fig. 59 B und 60 B).

Dass nicht an jeder Blattinsertion ein Seitenspross oder wenigstens eine Knospe zur Beobachtung gelangt, scheint von sehr geringer Bedeutung zu sein; desto mehr verdient aber die schon von METTENIUS beobachtete Thatsache hervorgehoben zu werden, dass das Tragblatt verkümmert oder gänzlich unterdrückt sein kann, während der Seitenspross zur Entwicklung gelangt (Fig. 60). Die zuweilen vorkommenden kümmerlichen Reste der Tragblätter, sowie die regelmässig alternirend zweizeilige Anordnung der Seitengebilde, seien es nun Blätter mit ihren Achselsprossen, Blätter allein, oder Sprosse allein, lassen keine andere Erklärungsweise dieses Verzweigungsverhältnisses zu¹⁾.

An den mehrzeilig beblätterten Stämmen stehen die Knospen stets in der Blattachsel, aber gewöhnlich auf dem Blattstiel hinaufgerückt.

Das Scheitelwachsthum des Stammes wird jedenfalls durch eine zugespitzte Scheitelzelle (Taf. I. Fig. 8) vermittelt, welche an den zweizeilig beblätterten Stämmen zweischneidig zu sein scheint, derart, dass die Kanten auf der Rücken- und Bauchseite liegen. Dass aus jedem Segment ein Blatt gebildet werde, dürfte wenigstens für die gestreckten Stämme mit frei vorragendem Scheitel als unwahrscheinlich erscheinen. Die Ableitung des weiteren Aufbaues war am vorhandenen Material undurchführbar, und dürfte überhaupt mit grossen Schwierigkeiten verbunden sein.

Auf einem Querschnitt der Stammspitze von *Trichomanes speciosum* erhielt ich ein Bild (Taf. I. Fig. 7), das ich mit einiger Wahrscheinlichkeit für die Scheitelansicht eines Seitensprosses (in ähnlichem Zustande, wie der in Fig. 6 dargestellte Längsschnitt) halten zu dürfen glaubte. Höchst auffallend ist aber dabei die Lage der muthmasslichen Segmente; es wäre dann die Lage der Scheitelzelle des Seitensprosses, wenn man nach allen Analogieen die Hauptwände auf den Seiten der Blattzeilen annimmt, gegen die des Hauptsprosses um 90° gedreht, und somit würde dann auch die Blattstellung der Zweige kreuzweise wechseln; letztere konnte wegen der Krümmungen der Blattstiele und Stämme nicht sicher constatirt werden. Bei der Unsicherheit des Präparates will ich diese Möglichkeit hier nur andeuten und muss die Entscheidung der Zukunft überlassen.

Einer eingehenderen Untersuchung konnte der anatomische Bau des Stammes unterzogen werden. Die Stämme aller Hymenophyllaceen besitzen einen in der Axe verlaufenden Fibrovasalstrang von ungefähr kreisrundem Querschnitt. Den einfachsten Bau des Stranges treffen wir in der auch sonst auf einer niedrigen Entwicklungsstufe stehenden Gattung *Hemiphlebium*. Hier besitzt der Strang des Stammes genau denselben Bau, wie der des Blattstiels: er ist collateral. Die wenigen Gefässe liegen an der ventralen, die Bastzellen an der dorsalen Peripherie, beide aussen zunächst umgeben von der Cambiformscheide, welche stellenweise sehr deutlich den gemeinsamen Ursprung mit der nächstäusseren Zone der Schutzscheide verräth; doch fehlt letzterer hier die braune Färbung der Radialwände (s. Fig. 61 und 62). Der Anschluss der aus den Blättern herabkommenden Stränge findet sehr einfach statt, indem

1) S. über ähnliche Verhältnisse auch: H. MÜLLER, Die Sporen- und Zweigvorkeime der Laubmoose. Arb. d. bot. Inst. in Würzburg. Heft IV. p. 16 d. Sep.-Abdr.

diese letzteren bei der dorsalen Blattstellung nur eine sehr geringe Drehung auszuführen brauchen, um die gleichnamigen Elemente seitlich aneinanderzulegen (Fig. 61 und 62). Die Stränge der Blätter, welche Seitensprosse tragen, nehmen deren Strang schon auf, bevor sie sich dem des Stammes nähern, wie das überhaupt bei den Hymenophyllaceen allgemeine Regel ist (s. auch Fig. 63 und Fig. 6 auf Taf. I.). Es lässt sich nach dem Gesagten nicht bezweifeln, dass wir in dem Strang des Stammes bei dieser Gattung nur die vereinigten Basalstücke der Blattstränge zu suchen haben, somit den ganzen Strang als einen vereinigten Blattspurstrang zu bezeichnen haben.

Bei den übrigen Gattungen finden wir im Stamm concentrische Stränge, deren Phloem ringsum der Cambiformscheide innen anliegt, bei den einfacheren Formen nur in Gestalt einzelner zum Theil isolirter Bastzellen, bei den höheren als mehrfache ununterbrochene Schicht. Nur einmal, bei *Hymenophyllum fucoides*, beobachtete ich eine seitliche Unterbrechung des Phloemringes, so dass die Gefässe hier unmittelbar an der Cambiformscheide anlagen, ähnlich wie im Blattstiel von *Ptilophyllum Bancroftii*. In den Abtheilungen *Crepidomanes*, *Didymoglossum*, *Phlebiophyllum*, *Craspedoneuron* von *Trichomanes* sowie bei fast allen *Hymenophyllum*-Arten ist die Anzahl der Gefässe keine sehr grosse, und es lässt sich dann leicht constatiren, dass die primordialen Gefässe der Bauchseite des kriechenden Stammes genähert liegen (s. das Schema Fig. 64).

In der Gattung *Hymenophyllum* ist die Anzahl der Gefässe nur bei *H. flabellatum* stark vermehrt (s. d. schem. Fig. 65); hier liegen sonderbarer Weise die primordialen Gefässe in der Mitte des Stranges, die Treppengefässe anscheinend ordnungslos nach aussen zu, von zahlreichen Cambiformzellen unterbrochen.

Den complicirtesten Bau besitzen die Stränge im Stamme von *Trichomanes* § *Eutrichomanes*, *Selenodesmium*, *Davalliopsis*, sowie von *Ptilophyllum* und *Lacostea*. Bei der grossen Anzahl der mit zahlreichen Cambiformzellen untermischten Gefässe lassen sich im fertigen Zustande die primordialen nicht mehr sicher herausfinden. In der Stammspitze von *Trichomanes speciosum* sah ich die Gefässbildung von zwei gegenüberliegenden aber einander sehr genäherten Puncten beginnen, gleichzeitig aber noch regellos vertheilte Spiralgefässe auftreten. Es dürften vielleicht jene Ausgangspuncte mit der Blattstellung im Zusammenhange stehen, während die zerstreuten Spiralgefässe als stammeigene Ausbildung des Procambiums, somit als erste Andeutung stammeigener Stränge gedeutet werden könnten (Fig. 66).

Die in den Blattstielsträngen bei *Trichomanes* § *Davalliopsis* und *Ptilophyllum* § *Feea* vorkommenden Holzzellen fehlen den Strängen der betreffenden Stämme.

Die Entwicklung der Strangelemente scheint, wie überhaupt bei den Farnen, stets gegen den Stammscheitel zu fortzuschreiten.

Die Rinde des Stammes lässt bezüglich ihrer sklerenchymatischen Ausbildung einige Verschiedenheiten erkennen. Bei *Hemiphlebium* schliesst sich an den Strang ein ziemlich dünnwandiges und parenchymatisches Gewebe an, das nach aussen zu allmählich an sklerenchymatischer Ausbildung zunimmt; die Peripherie nimmt eine aus einer einzigen dünnwandigen Zellschicht bestehende Epidermis ein (Fig. 62). Es ist somit, abgesehen von den im Stamme stets fast schwarz gefärbten Wänden des Sklerenchyms, kaum ein Unterschied von dem Blattstiel einer Art wie *Trichomanes Schmidianum* aufzufinden. Bei allen anderen Gattungen (ausser *Gonocormus*) wird die Peripherie des Stammes von mehreren (2—6) Zelllagen dünnwandigen Parenchyms eingenommen, unter denen die äusserste, die Epidermis,

nur durch geringere Grösse der Zellen ausgezeichnet ist. Alsdann erstreckt sich auch die sklerenchymatische Ausbildung ganz nahe an den Strang, so dass in dünneren Stämmen von *Hymenophyllum*-Arten das Sklerenchym den Eindruck einer den Strang umgebenden Scheide macht. Bei *Gonocormus* ist die Rinde als ausserordentlich derbwandiges Sklerenchym nur auf 2—3 Lagen beschränkt, die von der Epidermis bedeckt werden. —

Als Adventivknospen bezeichne ich Knospen, welche bei einzelnen Arten oder Artengruppen noch ausser den allgemein verbreiteten stabilen Knospen an der Blattbasis, an anderen Stellen zur Entwicklung kommen. Es finden sich deren bei den *Hymenophyllaceen* zweierlei:

Die einen sind der Gattung *Gonocormus*, und zwar der Section *Eugonocormus* eigen und charakterisiren deren sämtliche Arten. Sie stehen hier auf dem Blattstiel oder der Blattspindel, stets auf der Mittellinie der Oberseite. Ohne sich jemals abzutrennen, entwickeln sie einen meist ausserordentlich kurzen Stamm, der nur ein Blatt trägt, auf dem sich dann derselbe Vorgang wiederholen kann, so dass oft eine grössere Anzahl von Blättern scheinbar auseinander hervorsprossen. Das erste Blatt des neuen Sprosses scheint dem Mutterblatte gegenüber zu stehen, so dass alle Blätter eines Systems sich einander die Oberseite zukehren; doch kann ich diess bei der Möglichkeit von Drehungen des sehr zarten Blattstiels, sowie der Undurchführbarkeit der anatomischen Untersuchung nicht vollkommen sicher behaupten. Dass diese Knospen schon sehr früh angelegt werden, scheint daraus hervorzugehen, dass die für das Stammgewebe charakteristischen schwarzwandigen Sklerenchymzellen eine Strecke weit im Blattstiel hinab verfolgt werden können. METTENIUS¹⁾ beobachtete auch die Entwicklung längerer Rhizome aus diesen Knospen.

Eine unverkennbare Aehnlichkeit in der Stellung zeigen diese Knospen mit den Axillarknospen der gleichen Pflanzen, welche gewöhnlich etwas am Blattstiel hinaufgerückt sind. Dass es übrigens nicht einfach ungewöhnlich weit oben entspringende Axillarsprosse sind, zeigt der Umstand, dass sie ebenso häufig auch auf Blättern stehen, welche an der Basis Axillarknospen tragen. Vielleicht liessen sie sich phylogenetisch als Wiederholung der Axillarknospen auffassen.

Die zweite Art von Adventivknospen finden wir bei *Ptilophyllum* § *Feea*. Hier entspringen sie an dem oberen Theile der Blattspindel und nehmen hier dieselbe Stellung ein, wie an den unteren Theilen die Seitenfiedern, die ihrerseits dem oberen Theile fehlen. Auch der Anschluss des Stranges der Adventivsprosse an der Spindel findet ebenso statt, wie von den Seitenfiedern. Das Ende der Blattspindel ist an sämtlichen untersuchten Exemplaren abgebrochen. Die Knospen entwickeln sich noch auf der Spindel zu kleinen Pflänzchen, die offenbar durch Verwesung der Spindel frei und zu selbstständigen Individuen werden. Jedenfalls ist beachtenswerth, dass diese Adventivknospen dieselbe Stellung zur fiedertragenden Spindel zeigen, wie Axillarknospen, deren Tragblätter abortiren, am Stamm.

Dieselbe Bildung beobachtete ich auch an einem Exemplar von *Hymenophyllum ciliatum*²⁾. Nahe der Spitze des Blattes ist hier eine Seitenfieder förmlich durch eine Knospe ersetzt, unbeschadet der darüber sich wieder fortsetzenden Fiederung.

1) *Hymenophyllaceae* p. 406.

2) Im Herbar Warmings: Glaziou Nr. 1713.

Schliesslich noch eine kurze Bemerkung über die Bezeichnungsweise »Adventivknospen«, welche ich hauptsächlich deshalb anwende, um die voreilige Fixirung eines neuen Begriffes zu vermeiden. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass diese Knospen beim Scheitelwachsthum des Blattes in acropetaler Reihenfolge angelegt werden, und es würde diess die Bezeichnung als adventive Bildungen verbieten. Andererseits muss aber hervorgehoben werden, dass diese Knospen, noch ausser der ohnediess für die ganze Classe der Farne typischen normalen Verzweigung durch stabile Seitenknospen an der Blattbasis, als besondere, nur einzelnen Repräsentanten zukommende Verzweigungsform auftreten, nicht zur typischen Verzweigung der Farnpflanze gehören. Hierin suche ich den Unterschied zwischen stabilen Knospen und anderen Bildungen, die nun ihrerseits in bestimmter Ordnung und Stellung (wie in unserem Falle) oder ohne solche (die eigentlich adventiven) erscheinen.

4. Die Wurzeln.

Die Bewurzelung der verschiedenen Arten ist auffallender Weise einer ziemlichen Mannichfaltigkeit unterworfen: von Arten der nächsten Verwandtschaft trägt die eine reichlich, die andere höchst spärlich oder gar keine Wurzeln. Das öftere Wiederkehren dieser Verschiedenheit innerhalb mehrerer Gruppen legt die Auffassung nahe, dass hierin nicht ein verschiedener Grad von morphologischer Differenzirung ausgesprochen ist, sondern dass der Unterschied in der Lebensweise der einzelnen Arten begründet ist, über welche allerdings die meist fragmentarischen Herbarexemplare wenig Auskunft geben.

An einer grossen Anzahl zweizeilig beblätterter Stämme konnte ich constatiren, dass die Wurzeln in zwei Reihen an der Bauchseite des Stammes entspringen und zwar häufig mit einander alternirend. Bald ist die Zahl der Wurzeln an einem Internodium gering, eine oder zwei, und dann glaubt man auf kurze Strecken des Stammes eine Beziehung zur Blattstellung zu erkennen, indem sehr oft eine Wurzel gerade hinter einer Blattinsertion erscheint. Auf längere Strecken, sowie an anderen Exemplaren, scheitert jedoch jeder Versuch, eine Gesetzmässigkeit in der Stellung der Wurzeln zu erkennen (z. B. in Fig. 60). Wo die Zahl der Wurzeln an einem Internodium sehr gross ist (z. B. bei *Trichomanes* § *Craspedoneuron*, *Hymenophyllum asplenioides*, *caudiculatum*), steht die einer Blattinsertion zunächst entspringende Wurzel bald auf der gleichen Seite des Stammes, wie das Blatt, ebenso oft aber auch auf der entgegengesetzten. Die zweizeilige Anordnung der Wurzeln steht hier jedenfalls im engsten Zusammenhang mit dem anatomischen Bau des Stammes, indem in allen Fällen im Strang des Stammes die primordialen Gefässe in zwei Gruppen etwas seitlich an der Bauchseite liegen und an diese die Gefässe der Wurzeln sich ansetzen.

Bei *Trichomanes speciosum*, das überhaupt nur spärliche Wurzeln producirt, fand ich dagegen einige Wurzeln der Blattinsertion gerade gegenüber entspringen.

Besondere Beachtung verdient ein im Münchener Herbar befindliches sehr vollständiges Exemplar von *Lacostea brachypus* (Martius, herb. flor. Brasil. Nr. 388), welches einen deutlichen Sprosswechsel erkennen lässt. An einem kurzen Stammstücke stehen dichtgedrängt Blattansätze, Zweige und starke

zahlreiche Wurzeln, über deren gegenseitige Stellungsverhältnisse ich nicht ins Klare kommen konnte, ohne dass ich das Exemplar geopfert hätte. Die von diesem Stauchlinge entspringenden Zweige sind langgestreckt, mit sehr gedehnten Internodien und tragen in einzelnen Blattachsen wieder ebensolche Zweige. Wurzeln fehlen aber diesen gestreckten Zweigen vollständig. Da nun einzelne Zweigstücke dieser und verwandter Arten, wie sie sich gewöhnlich in den Herbarien finden, vollkommen wurzellos erscheinen, so stehe ich nicht an, auch für andere Formen, welche auf Grund solcher Fragmente als wurzellos bezeichnet werden, ein ähnliches Verhältniss wenigstens als wahrscheinlich anzunehmen. So konnte ich z. B. an den Exemplaren von *Trichomanes emarginatum* niemals Wurzeln auffinden, während das ausserordentlich nahe verwandte *T. pyxidiferum* (Fig. 60) Wurzeln trägt. Bei der Gattung *Hemiphlebium* wurden ebenfalls fast niemals Wurzeln beobachtet (nur METTENIUS¹⁾ spricht von höchst seltenen Wurzeln bei *H. muscoides* und Russow²⁾ von einem monarchen Strang der Wurzel von *H. membranaceum*); und man könnte allerdings daraus die Vermuthung schöpfen, es sei diese sehr niedrig organisirte Gattung noch nicht bis zur Ausbildung von Wurzeln vorgeschritten. Allein so lange nicht vollständige Exemplare vorliegen, ist diese Annahme wegen der nahen Verwandtschaft mit anderen bewurzelten Formen (z. B. *Ptilophyllum sinuosum*), als die unwahrscheinlichere zurückzuweisen. Die Beschaffung vollständiger Exemplare dürfte aber ohne Cultur der Keimpflanzen ausserordentlich schwierig sein, da hier, sowie auch bei *Trichomanes emarginatum*, die Sprosse durch Verwesung der älteren Partien sich isoliren und jedes Stück für sich vegetiren kann. In einem grossen Rasen von *Hemiphlebium muscoides* aus WARMINGS Herbar fand ich bei sorgfältigster Behandlung nur isolirte Stammfragmente, deren grösstes in Fig. 59 abgebildete selbst wieder aus zwei Sprossen verschiedener Ordnung (II und CC) besteht. Während also der Mangel vollständiger Exemplare bei *Lacostea* vorzugsweise der fragmentarischen Art des Sammelns zuzuschreiben ist, liegt er bei den übrigen Gattungen in biologischen Verhältnissen. Es stimmt damit auch die dichte Behaarung mit Rhizinen (s. unten) überein, welche den Stämmen der angeblich wurzellosen Arten, sowie der spärlich bewurzelten eigen ist, während sie an den verlängerten Sprossen von *Lacostea*, die mit dem bewurzelten Stauchling in Verbindung bleiben, sehr zurücktritt. Wenn man aus einigen Exemplaren zu schliessen berechtigt ist, scheinen die angeblich wurzellosen Arten vorzugsweise auf Baumrinden zu leben, während die bewurzelten eine tiefere Humusschichte voraussetzen.

Würden die Wurzeln der Gattung *Hemiphlebium* vollständig fehlen, so sollte man bei der nahen Verwandtschaft mit einigen bewurzelten *Ptilophyllum*-Arten vermuthen, die phylogenetischen Anfänge der Wurzeln etwa in Form gewisser blattloser Zweige finden zu können; allein es ist diess unmöglich; die blattlosen Zweige, welche wohl vorwiegend die Function der Wurzeln übernehmen, stehen stets an derselben Stelle, wie die Zweige überhaupt; der Platz, an dem die Wurzeln zu stehen pflegen, ist an den wurzellosen Sprossen unausgefüllt. Das gleiche gilt für die angeblich wurzellosen Arten von *Trichomanes* § *Crepidomanes*, *Didymoglossum* und *Gonocormus*. Somit halte ich es für wahrscheinlich, dass die Differenzirung der Wurzeln schon so weit zurückliegt, dass wirklich wurzellose Farne kaum aufzufinden sein werden³⁾.

1) *Hymenophyllaceae* p. 407.

2) *Vergl. Unters.* p. 95.

3) *Salvinia* nimmt als Wasserpflanze überhaupt eine Ausnahmstellung ein.

An den mehrzeilig beblätterten Stämmen konnte die Stellung der Wurzeln nicht sicher bestimmt werden. An dem gestreckten Stamme von *Ptilophyllum accedens* stehen die Wurzeln nur an den Blattinsertionen, aber nicht an jedem Blatt, an einigen dagegen zu zweien.

Das Scheitelwachsthum der Wurzeln wird, wie ich bei *Gonocormus dichotomus* (Fig. 8 auf Taf. I) durch Aufhellen der Spitze constatiren konnte, durch eine zugespitzte Scheitelzelle vermittelt, welche in ähnlicher Weise, wie bei anderen Farnen, nach unten die Kappe absondert.

Der in der Axe der Wurzeln verlaufende Strang wird bei *Trichomanes speciosum* (Fig. 67 auf Taf. IV) nach aussen begrenzt durch eine Schutzscheide und eine aus zwei Lagen bestehende Cambiformscheide, gegen deren gemeinsame Entstehung keine zwingenden Gründe vorliegen. Die Anzahl der primordialen Gefässgruppen, welche stets der Cambiformscheide, alternirend mit den Bastzellgruppen, anliegen, scheint von der Mächtigkeit des Stranges bedingt zu sein. Monarch fand ich den Strang bei *Trichomanes pyxidiferum* (Russow bei *Hemiphlebium membranaceum*¹⁾), diarch bei allen untersuchten Hymenophyllum-Arten; triarch bei *Trichomanes longisetum*, *Ptilophyllum Bancroftii*; tetrarch bei *Ptilophyllum crispum* und den verwandten Arten, *Trichomanes maximum*, *obscurum*; pentarch bei *Trichomanes speciosum*, *Lacostea javanica*; hexarch bei *Trichomanes rigidum*; den stärksten Strang mit 9 primordialen Gefässgruppen traf ich bei *Lacostea brachypus*. Eine weitere durchgreifende Verschiedenheit nach der systematischen Stellung der Arten, als die von Russow hervorgehobene zwischen Hymenophyllum (diarch) und den übrigen Gattungen (niemals diarch) existirt somit nicht.

Die Rinde ist stets in eine stark sklerenchymatische Innenrinde und eine parenchymatische Aussenrinde differenzirt, deren gegenseitiges Dickenverhältniss übrigens sehr wechselt. Bei *Ptilophyllum accedens* besteht die Aussenrinde ausser der kleinzelligen Epidermis aus nur einer Lage sehr weiter Zellen (Fig. 68). Nur bei *Trichomanes pyxidiferum* verschwindet die sklerenchymatische Ausbildung der Rinde nach innen hin. Die spiraligen Verdickungen der Aussenrinde, die METTENIUS bei *Hemiphlebium muscoides* anführt, habe ich bei *Trichomanes pyxidiferum* gesehen.

Seitenwurzeln kommen gewöhnlich in nicht sehr grosser Anzahl zur Entwicklung und entsprechen in ihrer Stellung nach dem allgemeinen Gesetze den primordialen Gefässgruppen der Mutterwurzel.

5. Haare und sonstige Anhangsgebilde.

Die Haarbildungen der Hymenophyllaceen lassen sich nach ihrer Stellung in vier Kategorien bringen, welche nur theilweise in einzelnen extremen Formen ineinander übergehen, nemlich in Haare des Blattnerven, des Blattrandes, Spreuhaare (an der Stammspitze) und Rhizinen (an der Oberfläche des Stammes und der Wurzeln). Während die Haare des Blattrandes nur gewissen Gruppen zukommen, sind die drei anderen Kategorien ausnahmslos an jeder Art vorhanden.

¹⁾ Vergl. Unters. p. 95. Mein Material erlaubt mir nicht, zu entscheiden, ob diese Art wirklich Wurzeln oder nur blattlose Zweige trägt, deren Querschnitt dem einer monarchen Wurzel jedenfalls sehr ähnlich wäre (s. Fig. 61 und 62).

Die Haare des Blattnerven entwickeln sich schon sehr frühe an den Vegetationspunkten der Blätter und erreichen ihre definitive Ausbildung viel früher, als das sie tragende Gewebe. Späterhin fallen sie meistens ab, persistiren jedoch auch bei einer Anzahl von Arten. Ihre einfachste und typische Form ist die der Keulenhaare; das durch eine Wand von der Epidermiszelle abgetrennte Haar besteht aus zwei Zellen, deren äussere keulig angeschwollen und dicht mit Inhalt erfüllt ist (Fig. 69). Die Stellung dieser Keulenhaare ist eine streng gesetzmässige und lässt sich sehr leicht feststellen; sie entspringen auf beiden Blattseiten am vorderen Ende der dem Nerven angehörigen Zellen; in den Abbildungen auf Taf. I. wurden sie der Uebersichtlichkeit der übrigen Theilungen zu Liebe weggelassen. Bei mehreren Artengruppen besitzen jedoch diese am Vegetationspunkte auftretenden Haare nicht Keulenform, sondern sind borstenförmig; damit ist dann auch das Persistiren als Behaarung des Blattnerven verbunden; die einfachste Gestalt findet sich bei *Trichomanes* § *Craspedoneuron*, wo die Borstenhaare des *T. album* nur aus zwei Zellen, einer kurzen Basalzelle und einer verlängerten zugespitzten Endzelle (Fig. 70) bestehen; bei *T. pallidum* ist die Zellenzahl grösser. Aus drei Zellen mit langer spitzer Endzelle besteht das Haar z. B. bei *Ptilophyllum Bancroftii*; aus einer grösseren Anzahl mit abgerundeter Endzelle bei *Ptilophyllum pinnatum*.

Wo Haare des Blattrandes vorkommen, macht sich das Bestreben der Nervenhaare geltend, eine diesen gleiche Ausbildung anzunehmen, so sind es bei *Ptilophyllum crispum* (Fig. 76) zwei Zellen, von denen die Endzelle spitz ausgezogen, bei *Ptilophyllum sinuosum*, *Hymenophyllum ciliatum*, *hirsutum* Sternhaare, die denen des Randes völlig gleich sind; die Nervenhaare von *Ptilophyllum sinuosum* sind dadurch interessant, dass sie theils den Sternhaaren des Randes (Fig. 75) vollkommen gleichen, theils die Form gewöhnlicher Keulenhaare (Fig. 69) besitzen, theils aber auch eine zwischen diesen beiden vermittelnde Gestalt annehmen (Fig. 72), indem ein Strahl des Sternhaares keulig anschwillt.

Die vielen Arten zukommenden Haare des Blattstiels schliessen sich in Ursprung und Ausbildung zum Theil den (borstenförmigen) Haaren der Nerven an, zum Theil aber auch den Spreuhaaren des Stammes.

Die Haare des Blattrandes entwickeln sich ebenfalls sehr früh am Scheitel und lassen auf eine in ihrer Anordnung bestehende Gesetzmässigkeit schliessen, die aber wegen der frühzeitigen Ausbildung der meist sternförmigen Haare nicht festgestellt werden konnte. Es ist mir im höchsten Grade wahrscheinlich geworden, dass jedes von der Scheitelzelle seitlich abgeschiedene Segment an seinem scheitelsichtigen Ende die Haarbildung trägt, ebenso wie die grundwärts abgeschiedenen Segmente die Nervenhaare. Die Haare des Blattrandes kommen übrigens nur in einzelnen Gruppen vor, sind keine so allgemeine Erscheinung wie die Haare des Nerven.

Die einfachste Ausbildung derselben ist mir bei *Gonocormus digitatus* bekannt geworden (Fig. 73), wo der etwas papillös vorgezogenen Randzelle nur eine zugespitzte sehr dickwandige Haarzelle aufsitzt.

Die Gruppenhaare am Blattrande von *Hemiphlebium* lassen eine äusserst regelmässige Anordnung erkennen, die auch bis zu einem gewissen Grade entwicklungsgeschichtlich begründet werden konnte. Fig. 4 auf Taf. I. zeigt, dass bei *Hemiphlebium punctatum* die Haarbildung am Rande des ersten Mesophyllsegmentes entsteht, das bei der Bildung eines Seitennerven abgeschieden wird. Dass in dem hier dargestellten Fall das ganze Segment die Haarbildung trägt, scheint ein specielles Vorkommniss zu sein; denn sonst sind im fertigen Zustande die Mesophyllpartieen breiter und tragen die Haarbildung in der

Mitte. Es wechseln daher im fertigen Zustande am Rande Nervenenden und Gruppenhaare miteinander regelmässig ab, unter der Beschränkung, dass zwischen zwei kurzen, erst nahe dem Rande gabelnden Nervenästen die Haarbildung unterbleibt. Während bei *Hem. muscoides* einfach zwei nebeneinanderliegende Randzellen je eine dickwandige Haarzelle tragen, welche sparrig nach entgegengesetzten Seiten (die eine grund-, die andere scheitelwärts) auseinanderstehen, erfahren die beiden Randzellen bei *Hem. punctatum* vorher Theilungen parallel der Blattfläche (Fig. 74), so dass meist eine Gruppe von acht Haaren zu Stande kömmt. Hieran schliessen sich die bereits öfter besprochenen und missdeuteten Schuppen am Rande von *Hemiphlebium membranaceum*; dieselben stehen (wie ich an den Insertionsstellen abgefallener Schuppen sehen konnte) in derselben Alternation mit den Nerven wie die erwähnten Gruppenhaare. Da ich nicht einmal fertige Zustände zu Gesicht bekam, muss ich auf deren Beschreibung und Entwicklungsgeschichte von K. MÜLLER¹⁾ verweisen.

Ein nahestehender Entwicklungstypus wird von den sternförmigen Haaren des Randes bei *Ptilophyllum* § *Achomanes* repräsentirt. Bei *Pt. sinuosum* tragen bestimmte (offenbar wegen des gesetzmässigen Ursprungs am Scheitel in regelmässiger Entfernung wiederkehrende) Randzellen eine keulenförmige Zelle, von der meist drei (seltener zwei oder vier) dickwandige spitze Zellen ausstrahlen (Fig. 75). Ist die Gestalt der Trägerzelle weniger keulig und nur ein Strahl ausgebildet, so erhalten wir die bei *Pt. crispum* und den verwandten Arten herrschende Form (Fig. 76).

Endlich kommen sternförmige Haare am Rande mehrerer *Hymenophyllum*-Arten vor, nemlich bei den Gruppen der Ciliaten und Hirsuten. Hier trägt gewöhnlich eine Randzelle zwei Sternhaare, indem eine Stielzelle gegen die Blattoberseite, die andere gegen die Blattunterseite gerichtet ist. Das obere Ende der verlängerten cylindrischen Stielzellen trägt meist drei mehr oder minder dickwandige Strahlen (Fig. 77), bei *H. hirsutum* sechs in zwei Stockwerken übereinander (Fig. 78). Nicht bloss die Nervenhaare sind hier den Randhaaren, wie erwähnt, gleichgestaltet, sondern auch die Mesophyllzellen wachsen bei der Gruppe der Hirsuten in ebensolche Sternhaare aus, jedoch gewöhnlich nur einseitig, die einen gegen die Ober-, die anderen gegen die Unterseite²⁾.

Als Spreuhaare (*Paleae*) bezeichne ich nach dem Vorgange von METTENIUS³⁾ die Haare, welche sich constant an der Stammspitze (und den jüngsten Blattanlagen) vorfinden und zweifellos den Spreuschuppen der übrigen Farne gleichwerthig sind, wenn sie auch fast⁴⁾ ausnahmslos nur Zellreihen, keine Zellflächen sind. Sie entwickeln sich gleich den Nervenhaaren des Blattes sehr früh und fallen (mit wenigen Ausnahmefällen wie *Trichomanes* § *Craspedoneuron* u. a.) sehr schnell ab. Sie besitzen eine

1) Ueber die Schuppen des *Trichomanes membranaceum*. Bot. Zeit. III. 1845. p. 577 ff. Taf. IV.

2) Nachdem ich es vorgezogen habe, die Haarbildungen gesondert im Zusammenhange unter sich darzustellen, sei hier die Bemerkung gestattet, dass die Haare des Randes ein specieller Fall des Bestrebens sind, dem Rand eine besondere Ausbildung zukommen zu lassen. Dieselbe fehlt allerdings manchen Gruppen (z. B. den höheren Sectionen von *Trichomanes*, den *Hymenophyllen* § *Glabra*) vollständig, tritt bei einigen in Streifenbildung auf (*Trichomanes* §§ *Crepidomanes*, *Didymoglossum*, *Craspedoneuron*, *Hemiphlebium* § *Microgonium*) derart, dass in dem Ansatz oder Unterbrechung der Streifen der Segmentaufbau zum Ausdruck kommt (Fig. 58), bei anderen in der eben geschilderten Haarbildung, welche sicher mit der Segmentierung in Zusammenhang steht, bei *Hymenophyllum* § *Leptocionium* endlich in der Form von Zähnen des Randes, welche wahrscheinlich den Segmenten entsprechen. Die drei Ausbildungsarten (Streifen, Haare, Zähne) schliessen sich gegenseitig aus.

3) *Hymenophyllaceae* p. 467.

4) Nach METTENIUS l. c. p. 468 kommen bei *Hymenophyllum cristatum* Wall., das mir nicht zu Gebote steht, flächenförmige Haare vor.

starke Tendenz zu schildförmiger Ausbildung¹⁾, die schon in ihrer einfachsten einzelligen Gestalt bei *Hemiphlebium reptans* und *Kraussii* (Fig. 79) hervortritt. Der nächste Vervollkommnungsschritt besteht in einer einmaligen oder wiederholten Theilung bei *Trichomanes Schmidianum* (Fig. 81) und *Hemiphlebium Kapplerianum* (Fig. 80). Bei weiterer Ausbildung erhält die grundsichtige Endzelle eine bauchige Gestalt (Fig. 82). Bei noch höheren Formen ist es nicht immer die Endzelle, welche die Befestigung am Stamme erfährt, sondern die zweite (z. B. bei *Trichomanes speciosum* Fig. 83, aber nicht an allen Haaren); dazu kommt dann die Ausbildung einer besonderen Stielzelle, die bei *T. speciosum* (Fig. 83) noch weitere Theilungen erfahren hat.

Im Gegensatz zu diesen schildförmigen Spreuhaaren kommen bei einigen Abtheilungen borstenförmige gerade (*paleae rectae*) vor, die mit breiter Basis der Epidermiszelle aufsitzen, so bei *Gonocormus* § *Microtrichomanes*, *Trichomanes pyxidiferum*²⁾, § *Craspedoneuron* (Fig. 84), bei *Ptilophyllum sinuosum* und nach METTENIUS bei *Pt. pinnatum*, wo ich aber ein schiefes, fast schildförmiges Aufsitzen beobachtet habe.

Unter dem Namen Rhizinen fasse ich die wenig differenzirten Haare der Stamm- und Wurzeloberfläche zusammen, deren Function die Aufsaugung des Wassers und der Nahrungstoffe bildet. Die Rhizinen der Wurzeln tragen zwar längst den Namen Wurzelhaare; um den unlogischen Namen Haarwurzeln für die Rhizinen des Stammes auszumerzen, halte ich es für zweckmässig, diesen Namen für alle derartigen Haarbildungen einzuführen, mögen sie nun an Stämmen, Wurzeln, Blättern, Thallomen (Prothallien, bei Thallophyten) auftreten.

Die Rhizinen der Wurzeln oder Wurzelhaare sind lediglich Ausstülpungen der Epidermiszellen, ohne dass der äussere haarförmige Theil durch eine Wand abgetrennt wurde. Nur bei *Trichomanes speciosum*³⁾ finden sich ab und zu Querwände an beliebigen Stellen des Haares.

Die Rhizinen des Stammes dagegen sind durch eine Wand⁴⁾ von der etwas papillös vorgezogenen Epidermiszelle abgegrenzt (rh Fig. 62). Sie entstehen erst eine kurze Strecke hinter dem Stammscheitel. Bei *Hemiphlebium Hookeri* zeigen sie eine auffallend starke Streifung der Membran. Wie bereits erwähnt, finden sie sich am reichlichsten ausgebildet an solchen Stämmen oder Zweigen, welche keine oder nur spärliche Wurzeln tragen; auch auf Blattstiel und (nach METTENIUS⁵⁾) die untersten Mesophyllzellen kurzgestreckter Blätter greifen sie alsdann noch über.

Als besondere Anhangsgebilde seien endlich noch die Lamellen erwähnt, welche bei *Ptilophyllum Martiusii* und bei *Hymenophyllum* § *Plumosa* auf den Nerven, bald auf beiden Seiten, bald nur auf einer auftreten. Sie sind stets einfache Zellflächen, welche Haare tragen; da ich die Entwicklungs-

1) Die Constatirung ihrer Form geschieht am einfachsten, indem man Stammspitzen oder tangentielle Abschnitte stärkerer Stammspitzen mit Salpetersäure kocht und dann etwas zerdrückt.

2) METTENIUS schreibt dieser Art schildförmige Spreuhaare zu; was ich davon zur Verfügung hatte, trägt alles sicher gerade.

3) Vergl. auch METTENIUS, *Hymenophyllaceae* p. 408, Anm. 1.

4) METTENIUS (l. c. p. 408) hat in dem Vorhandensein der Querwand ein geeignetes Mittel gefunden, um nach der Behaarung Stämme und Wurzeln zu unterscheiden; allein abgesehen von der Ausnahme bei *Trichomanes speciosum*, welche ebensogut auch noch bei anderen Arten auftreten könnte, hat man doch auch bessere Mittel, um die beiden Organe zu unterscheiden. Ist die Spitze erhalten, so ist es sehr leicht entweder die Haube oder die Spreuhaare zu constatiren; an Stummeln gibt bei stärkeren Formen der Bau des Stranges, an schwächeren der bei Wurzeln stets rechtwinklig erfolgende Ansatz des Stranges an den des Stammes genügende Anhaltspunkte.

5) *Hymenophyllaceae* p. 407.

geschichte an meinem Material nicht verfolgen konnte (es ist kaum zu bezweifeln, dass es nachträgliche Wucherungen der Nervenepidermis sind, da sich alle Uebergänge zu dem einfachen papillösen Auswachsen einzelner Epidermiszellen finden), so sei auf die Schilderung bei METTENIUS¹⁾ verwiesen.

6. Der Sorus und die Sporangien.

Der Sorus der Hymenophyllaceen steht am Rande des Blattes, gehört weder der Ober- noch der Unterseite des Blattes an und nimmt das Ende gewisser, bezüglich ihrer Anordnung im ersten Abschnitt charakterisirter Nerven ein. Das die Sporangien tragende Receptaculum von mehr oder minder verlängerter Gestalt wird umgeben von einem Indusium, welches bald in Form zweier unter sich völlig gleicher Lappen an der Ober- und Unterseite des Blattes auftritt, bald in Form einer Röhre, welche an ihrem freien Rande in einen den Lappen entsprechend zweilippigen Saum endigt. Diese Bezeichnungsweise der Bestandtheile des Sorus bedarf Angesichts der grossen Aehnlichkeit bei *Cibotium*, *Dicksonia*, *Davallia* u. a. keiner weiteren Rechtfertigung²⁾. Ueber das Verhältniss dieser Bestandtheile zu einander und zum fertilen Nerven glaube ich durch die im Folgenden mitgetheilte Entwicklungsgeschichte, welche an *Trichomanes speciosum* ziemlich vollständig untersucht werden konnte, einige neue Gesichtspunkte beibringen zu können.

Die erste Anlage des Sorus auf dem Nervenende macht sich dadurch bemerklich, dass die dasselbe einnehmenden Randzellen durch eine mit der Blattfläche parallele Wand (Taf. V. Fig. 85 A, m) getheilt werden, ein Theilungsvorgang, der in den Randzellen steriler Nerven niemals eintritt. Die verschiedene Einstellung auf Längsschnitten zeigt, dass diese Wand m in einer Reihe von Randzellen auftritt, wie ich durch die construirte Scheitelansicht Fig. 85 B deutlich zu machen versuchte. Auf diese Wand m folgen alsbald zwei weitere mit ihr parallele Wände, je eine ober- und unterseits (rr Fig. 86). Es ist sicher auffallend genug, dass diese Wände nicht bloss in der nemlichen Reihenfolge auftreten, wie bei der Ausbildung der sterilen Nerven in den tiefer gelegenen Zellen, sondern dass sie auch unmittelbar an die in den unteren Gliederzellen auftretenden Wände anschliessen, welche, wie wir oben S. 15 f., Fig. 38—40 gesehen haben, die Sonderung des Nervengewebes in Strang und Rinde einleiten. Der Unterschied liegt nur darin, dass sie hier auch in den Randzellen erscheinen. Mit der Dickenzunahme des Nervenendes erfolgen noch mehrfache den ersteren parallele Theilungen (Fig. 87 A, B), wodurch, ähnlich wie bei der Gewebebildung des sterilen Nerven, die Ableitung der späteren Zellen von den vier ersten unsicher gemacht wird. Bald erheben sich nun, und zwar ungefähr gleichzeitig³⁾, in der Mitte das Receptaculum und zu beiden Seiten das Indusium (Fig. 88 A und B). Auf der Scheitel-

1) l. c. p. 465.

2) S. meine Vorläufige Mittheilung über die Verwandtschaftsverhältnisse der Farne in Verh. der phys. med. Ges. zu Würzburg. 1874, und BURCK, over de ontwikkelingsgeschiedenis en den aard van het Indusium der Varen. Haarlem 1874. p. 37 ff.

3) Die Figur bei BURCK l. c. Taf. II. Fig. 19 stellt einen neben der Mitte des Receptaculum vorbeigegangenen Schnitt vor.

ansicht (Fig. 88 B) lassen sich noch die ursprünglichen nebeneinanderliegenden Zellreihen mit der grössten Leichtigkeit verfolgen. Längswände senkrecht zur Blattfläche (parallel mit den Schnittflächen der Figuren 85—88 A) treten erst jetzt, und zwar nur am Rande des Indusiums entsprechend dessen Auswölbung auf. Sie wechseln hier mit Querswänden ab, so dass auf Flächenansichten die bekannten $\perp$ -Wände zur Erscheinung gelangen, in derselben Weise wie sonst am Rand, welcher auch hier stets einschichtig bleibt.

Das Vorwölben des Receptaculums wird nicht etwa durch eine zugespitzte Scheitelzelle vermittelt, sondern, wie der Vergleich der Figuren 88 A, B und 89 lehrt, durch einen mit der $\perp$ -Theilung äusserst ähnlichen Vorgang, in der Weise, dass Längswände parallel der Blattfläche mit Querswänden abwechseln; es sind somit die $\perp$ -Wände gegen die des sterilen Blattscheitels um 90° gedreht. Bei der körperhaften Gestalt des jungen Receptaculums lässt sich freilich das Detail nicht so sicher feststellen, wie an den flächenförmigen Nervenscheiteln; allein eine gewisse Aehnlichkeit des jungen Receptaculums im Längsschnitt Fig. 88 A, 89 mit dem Blattscheitel Fig. 5 Taf. I. kann nicht in Abrede gestellt werden.

Sehr bald nach dem ersten Hervorwölben tritt jedoch ein anderer Wachstumsmodus ein: die Spitze des Receptaculums erfährt keine Veränderung mehr; es wird nunmehr durch intercalares Wachstum an der Basis emporgehoben. Dabei nimmt nicht bloss die Länge, sondern auch die Dicke zu, indem aus den oberflächlichen Zellen durch tangentielle Theilungen stets Binnenzellen und neue Oberflächenzellen gebildet werden (Fig. 90 A und 91 bei a). Während die Binnenzellen sich vorwiegend in die Länge strecken, werden die neuen Oberflächenzellen entsprechend der Längsstreckung häufig quergetheilt, so dass dieser Wachstumsmodus wieder an die $\perp$ -Theilungen erinnert. — Kurz vor oder mit dem Eintritt dieses intercalaren Wachstums scheinen die Zellen an der Spitze des Receptaculums auch Längstheilungen senkrecht zur Blattfläche zu erfahren, wie einige, allerdings unsichere Scheitelansichten vermuthen liessen. Gleichzeitig mit dem intercalaren Wachstum beginnt oben die Sporangienbildung (Fig. 90 B, s), welche einstweilen unberücksichtigt bleiben soll.

Die anatomische Differenzirung des Receptaculums beginnt kurz nach der Anlage der ersten Sporangien und äussert sich in dem Auftreten eines Spiralgefässes in der Längsaxe, welches an die acropetal fortschreitende Gefässbildung des fertilen Nerven anschliesst (Fig. 92 und 94, sp). Diesem ersten Spiralgefässe schliessen sich alsbald in nächster Nähe einige andere an. Weiter oben, wo keine Streckung mehr stattfindet, findet man in vorgerückteren Stadien (Fig. 93) zahlreiche tangentielle Theilungen und eine grössere Anzahl von Gefässen, welche so geordnet sind, dass die Spiralgefässe (sp) die Mitte einnehmen und aussen von Treppengefässen (tg) umgeben werden. Die gesammte übrige Zellenmasse des Receptaculums gleicht in ihrer Beschaffenheit vollkommen dem Cambiform der übrigen Stränge; von Bastzellen ist zu keiner Zeit etwas wahrzunehmen.

Das Indusium wächst unterdessen ebenfalls in die Länge und zwar wahrscheinlich nicht bloss durch die Randzellen, sondern auch durch zahlreiche intercalare Theilungen. Bei unserer Art wächst der angrenzende Blattrand nicht mehr mit, so dass im fertigen Zustande das Indusium einen freien, etwa cylindrischen, an der Basis verjüngten Becher vorstellt, dessen oberes Ende glatt abgestutzt ist. An den beiden Berührungspunkten mit dem Mesophyll (Fig. 88 B x x), wird schon sehr frühe je ein Fibrovasalstrang angelegt, welcher später die Seitenkante des Bechers fast der ganzen Länge nach durchzieht.

Das Detail der Entwicklung dieser »Schenkelstränge«¹⁾ lässt sich wegen der sehr zahlreichen L-Theilungen nicht feststellen. Die Stränge sind ausserordentlich schwach, enthalten keine Bastzellen, sondern nur ein Gefäss (Fig. 97).

Der Anschluss des Indusiums und Receptaculums an die Gewebe des fertilen Nerven lässt sich wegen der zahlreichen tangentialen Theilungen an der entscheidenden Stelle (Fig. 92) sowohl auf Längs- als auf Querschnitten nur sehr schwer im Detail feststellen. Betrachten wir zunächst den Bau des fertilen Nerven kurz unterhalb der Abgabe der Schenkelstränge (Fig. 95), so zeigt sich, dass der Strang auch hier bereits die Bastzellen verloren hat, die Gefässe sind nur Spiral- und Netzgefässe; eine deutliche Schutzscheide ist vorhanden. Derselbe Bau existirt auch noch weiter oben, nach Abgabe der Schenkelstränge (Fig. 96 A und B). Unmittelbar an der Basis des Indusiums bemerkt man eine ausserordentliche Zunahme des Cambiforms, in dem sich die Schutzscheide nicht mehr unterscheiden lässt; während die Rinde deutlich in das Indusium ausbiegt und hier noch eine weitere aber geringe Dickenzunahme erfährt, setzt sich das Cambiform entschieden in das Gewebe des Receptaculums fort, mit alleiniger Ausnahme der äussersten Schichte, welche möglicherweise in die innere Auskleidung des Indusiums übergeht (s. Fig. 96 C und 92). Hält man diese Thatsachen des Anschlusses des Indusiums an die Rinde, des Receptaculums an den Strang, zusammen mit den ersten Theilungen bei der Anlage des Sorus, welche genau mit denjenigen übereinstimmen, welche die Sonderung von Rinde und Strang im Nerven herbeiführen, so können wir nicht länger anstehen, das Indusium geradezu als Fortsetzung der Rinde, das Receptaculum als Fortsetzung des Fibrovasalstranges aufzufassen. Es kann somit die oberflächliche Zellschicht des Receptaculums, welche die Sporangien erzeugt, nicht mit der Epidermis des Nerven verglichen werden, wozu jeder Anhaltspunct der Entwicklungsgeschichte, wie des fertigen Zustandes mangelt; demnach sind auch die Sporangien nicht Trichome, sondern endogene Gebilde.

Die Verschiedenheit der Ausbildung von Receptaculum und Indusium bei den einzelnen Formen diene bisher vorzugsweise zur Begründung und Charakteristik der Gattungen. Es ergibt sich aus Vorstehendem, dass in der Länge oder Kürze des Receptaculums, sowie in dem Längenverhältniss von Röhre und Lappen des Indusiums keine Merkmale von morphologischer Wichtigkeit liegen, welche die Aufstellung von Gattungen rechtfertigen würde. Da sie jedoch zur Umgrenzung nicht bloss von Artengruppen, sondern als untergeordnetes Merkmal auch zur Charakteristik der Gattungen Verwendung finden, so seien die wesentlichsten Typen hier kurz betrachtet.

Das Receptaculum erreicht seine grösste Länge von selbst einigen Centimetern bei *Ptilophyllum*; doch ragt es bei allen *Trichomanes* und *Ptilophylle*en, sowie bei *Cardiomanes* und *Hymenophyllum* § *Leptocionium* meist über das Indusium vor. Es ist hier stets von fadenförmiger Gestalt (Fig. 98 A) und erzeugt die Sporangien in basipetaler Reihenfolge scheinbar unbegrenzt, während die Spitze nach dem Abfallen der Sporangien verrottet und abbricht. Die kugelige Anschwellung, auf die *PRESL*²⁾ seine Gattung *Cephalomanes* gründet, ist stets nur sehr schwach und lässt sich in der Mehrzahl der Fälle wegen des Abbrechens gar nicht constatiren. Bei den meisten *Hymenophyllum*-Arten dagegen ist es kurz, säulenförmig cylindrisch und fast immer im Indusium eingeschlossen (Fig. 98 B). Die Sporangienbildung

1) METTENIUS, *Hymenophyllaceae* p. 480.

2) PRESL, *Hymenophyllaceae* p. 17, Tab. 5.

schreitet zwar auch basipetal¹⁾ fort, erlischt aber bald. Bei einigen wenigen Arten von *Hymenophyllum* endlich verbreitert es sich in seinem oberen Theile zu einer kugeligen Anschwellung (98 C).

Das Indusium bildet nicht immer, wie bei *Trichomanes speciosum* (Fig. 99 A) einen cylindrischen Becher mit abgestutztem Rande; bei *Hemiphlebia* § *Microgonium* und vielen *Ptilophyllum*-Arten endigt der Rand des Bechers in einen kurzen abgerundeten Saum (Fig. 99 B); bei *Hemiphlebia* § *Euhemiphlebia* ist dieser Saum verhältnissmässig länger und erscheint in Form zweier Lippen (Fig. 99 C); ähnlich ist das Indusium von *Trichomanes* § *Didymoglossum* gestaltet. Bei *Hymenophyllum* § *Leptocionium* nimmt die Entwicklung der Lippen des Saumes im Verhältniss zur Röhre noch mehr zu (Fig. 99 D), bis endlich bei den meisten *Hymenophyllum*-Arten gar keine Röhre, sondern nur zwei Lappen gebildet werden (Fig. 99 E), welchen dann auch gewöhnlich die Schenkelstränge fehlen. Die Berührung des Mesophylls mit dem Indusium bietet ein Moment sehr untergeordneter Bedeutung dar, das oft (bei *Hemiphlebia*-Arten) bei nächstverwandten Arten wechselt, bald aber auch für Gattungen (wie bei *Lacostea* die frei vorragenden Indusien) durchgreift.

Das Gewebe des Indusiums ist mit Ausnahme des Grundes der Röhre, der sich der Rinde anschliesst, bei den meisten Arten einschichtig; in der ganzen Ausdehnung mehrschichtig ist es nur da, wo überhaupt eine mehrschichtige Ausbildung des Mesophylls vorkommt, wie bei *Cardiomanes reniforme*²⁾. Ausserdem finden sich im einschichtigen Gewebe Sklerenchymstreifen bei *Hemiphlebia*. Die Behaarung des Randes bei den *Hymenophyllum*-Arten erstreckt sich auch über den Rand der Indusienlappen.

Die Entwicklung der Sporangien habe ich ebenfalls an *Trichomanes speciosum* ziemlich vollständig untersucht. Da sich dieselben fortwährend basipetal³⁾ am Receptaculum entwickeln, so findet man an dessen Basis stets junge Zustände. Vollkommen unbegrenzt scheint jedoch die Entwicklung nicht stattzufinden, da man bei einer gewissen Länge des Receptaculums die halbentwickelten Sporangien stets abgestorben antrifft. Es beruht diese für alle nur einigermaßen mächtig entwickelten Receptacula der Farne geltende Erscheinung offenbar auf Ernährungsmangel, indem die zuerst angelegten die gebotene Nahrung für sich in Anspruch nehmen. Für die Constatirung der ersten Theilungen konnten jedoch nur die ersten Sporangien ganz junger Receptacula verwendet werden, da hiezu die Drehung des Receptaculums unbedingt erforderlich ist.

Terminal am Receptaculum scheint sich nur höchst selten ein Sporangium zu entwickeln. Der in Fig. 90 abgebildete Fall ist der einzige der Art, welcher mir unter sehr zahlreichen Präparaten vorkam. Eine spiralige Anordnung, von der METTENIUS spricht, konnte ich nicht constatiren; die oberflächlichen Zellen des Receptaculums sind ihrer Entwicklung gemäss zu Längsreihen geordnet (Fig. 90 B); meistens wurde in einer solchen Längsreihe jede dritte Zelle zu einer Sporangienanlage (s. Fig. 100 auf Taf. VI.), ohne dass eine Alternation oder sonstige Gesetzmässigkeit in den nebeneinanderliegenden Reihen zur Beobachtung gelangte. Aus dieser Regel und der grossen Anzahl von Zellreihen folgt vielmehr, dass von einer einzigen, alle Sporangien verbindenden Spirale keine Rede sein kann.

1) Die gegentheilige Angabe CRÜGER's (Zur Kenntniss der Hymenophyllaceen, Bot. Zeit. 18. 1860. p. 353) wurde bereits von METTENIUS (l. c. p. 475) widerlegt.

2) METTENIUS l. c. p. 484.

3) Diese basipetale Entwicklung ist nicht, wie METTENIUS (l. c. p. 479) glaubt, den Hymenophyllaceen eigen, sondern findet sich an allen erhabenen Receptaculis anderer Farne.

Die erste Entstehung des Sporangiums macht sich darin geltend, dass die betreffende Oberflächenzelle sich mit dichterem Plasma füllt, ihre Aussenwand vorwölbt und durch eine schräge, zunächst nur auf der Flächenansicht sichtbare Wand, 0 in den Figuren, getheilt wird, welche die Hinterwand¹⁾ mit der Vorderwand verbindet und die Grund- und Aussenwand trifft. Sie steht in doppelter Richtung schräg, indem sie nicht bloss von der Grundfläche und der Aussenwand verschieden grosse Stücke abschneidet, sondern auch von der Vorder- und Hinterwand, welch' letztere sie am Grunde ungefähr halbiert. Als 0 habe ich die Wand bezeichnet, weil sie im Vergleiche mit dem Polypodiaceen-Sporangium der Basalwand bei REESS²⁾ entspricht, während die nun folgenden Wände den dort mit Zahlen bezeichneten gleichwerthig sind. Die nächste Wand (Fig. 100 ff., 1) setzt sich aussen der Wand 0 nahe der Hinterwand auf und verläuft an der Aussenwand gegen die Vorderwand derart schräg, dass sie gegen die Wand 0 unten und hinten convergirt. Durch die nun folgende Wand 2 (Fig. 100 ff.), welche auf der Vorderseite auftritt und unten sich nur auf die beiden vorhergehenden ansetzt (während die Aussenwand sich noch weiter vorgewölbt hat, Fig. 100), wird eine Zelle abgeschlossen, welche mit einer dreischneidigen Scheitelzelle die grösste Aehnlichkeit hat.

Bezüglich der Orientirung dieser drei ersten Wände sei bemerkt, dass die Wand 2 ausnahmslos vorne erscheint, dass aber 0, bald rechts, bald links, somit 1 bald links, bald rechts liegt (Fig. 101), ohne dass ein Grund für diese Verschiedenheit zu entdecken wäre. Es läuft somit die Spirale, in der diese und die nächstfolgenden Wände auftreten, bald rechts, bald links um; es kommen so Sporangien von zweierlei Orientirung zu Stande, auf die wir erst zuletzt noch einmal zurückkommen werden; für die weitere Betrachtung genügt uns die Beziehung der Wände zu den vorhergehenden ohne Rücksicht auf die Richtung der Spirale.

Die Wand 3 kommt, entsprechend dem eben erwähnten spiraligen Fortschreiten über 0 zu stehen und ist ihr annähernd parallel (Fig. 102 A und B, 103). Nunmehr wird durch die Kappenwand k (Fig. 103, 104, 105) der dreiseitig pyramidale Raum nach aussen hin abgegrenzt als primäre Centralzelle, welche von den Wandpartieen I, II, III und K (nach unten hin abgegliedert von den Wänden 1, 2, 3, k) allseitig umgeben wird.

Zunächst ist nun interessant, dass in der Kappenzelle K weitere Wände auftreten, welche obwohl nur auf die Kappenwand sich aufsetzend, doch die einmal begonnene spiralige Aufeinanderfolge einhalten, als ob die Kappenwand gar nicht vorhanden wäre. Diese Wände 4, 5, 6 fallen auf der Scheitelansicht (und dem Grundriss) ober 1, 2, 3. s. Fig. 103, 104, 106.

In den Complexen I, II, III, sowie der untersten durch 0 abgeschiedenen Zelle treten schon sehr frühe (Fig. 100) Längswände v auf, welche diese Zellen annähernd halbiren. Darauf folgen Horizontalwände h, welche in den drei Complexen I, II, III annähernd auf gleicher Höhe liegen. Jene Verticalwände sind es, welche mit den Basalstücken der Wände 0, 1, 2 den nach Lostrennung des Sporangium auf dem Receptaculum bleibenden sechszelligen Stern (Fig. 110) bilden.

Die weiteren in der Sporangiumwandung auftretenden Theilungen leiten die Bildung des Ringes ein, welcher eine schwer zu beschreibende Lage besitzt. Es muss zunächst hervorgehoben werden, dass der Complex II, der also dem Scheitel des Receptaculums zugewendet ist (es heisse diese Seite im

1) Diese Bezeichnungen beziehen sich auf das Receptaculum, dessen Scheitel »vorn«, dessen Basis »hinten« ist.

2) REESS, Zur Entwicklungsgeschichte des Polypodiaceen-Sporangiums. Pringsh. Jahrb. V. p. 222 Taf. XXI.

Folgenden die Rückenseite des Sporangium, die entgegengesetzte die Bauchseite) sehr stark in die Länge wächst und nicht mit in die Ringbildung eingeht; regelmässig erfolgen hier noch zwei mit der ersten parallele Verticalwände ($v'v'$ in Fig. 106 A) und späterhin gegen das obere Ende einige horizontale Theilungen, die übrigens auch unterbleiben können. Durch diese Entwicklung des Segmentes II und seine Nichtbetheiligung an der Ringbildung kommt die im Längsschnitt schiefe Lage des Ringes zu Stande (Fig. 108 und 109), während derselbe von der Fläche (Fig. 107) fast ganz rundum sichtbar ist. Bezüglich der weiteren Entwicklung des Ringes konnte ich durch allseitige Drehung des in Fig. 106 A—D dargestellten Präparates Folgendes feststellen. Von der Kappenzelle betheiligt sich daran das zwischen den Wänden 5 und 2 eingeschlossene (also dem Segment II angrenzende) Stück V durch Theilung in zunächst vier Ringzellen ($R_1—R_4$ Fig. 106 A—C). Von dem ferneren Bestandtheil der Kappenzelle IV (zwischen Wand 4 und 1) kommt dazu nur ein kleines an V angrenzendes Stück, das zunächst die Ringzellen pp erzeugt (Fig. 106 A—C). Der unterseitige Schluss des Ringes entstammt den Segmenten III und I, konnte aber nicht im Detail festgestellt werden.

Die Zellen des Ringes verdicken ihre Wände stärker und wölben sich weit vor, wie das für die übrigen Farne längst bekannt ist. Nur eine Stelle bleibt dünnwandig und springt weniger vor; es ist das Stomium, an dem bei der Reife das Aufspringen des Sporangiums beginnt. Das Stomium (St. Fig. 108) entstammt wahrscheinlich den Zellen pp des Complexes IV, liegt jedenfalls auf der Seite der Wand 1, somit bald rechts, bald links, wenn das Sporangium von der Bauchseite betrachtet wird. Die mittlere Zelle M des Kappencomplexes erfährt eine charakteristische Theilung durch die bogenförmige Wand m, welche sich an 6 und 4 ansetzt. Die hiedurch gebildeten Zellen M_1 und M_2 bilden mit der Zelle VI eine leicht auffällige Gruppe, an deren Orientirung sehr rasch rechts- und linkswendiger Aufbau erkannt wird (Fig. 107).

Die Vorgänge in der primären Centralzelle erfolgen in der gewöhnlichen Weise, indem parallel den Wänden 1, 2, 3 und k eine zweite innere Wandschicht gebildet wird, welche später wieder resorbirt wird (Fig. 105). Die Theilungen der hierdurch begrenzten secundären Centralzelle in Sporen-mutterzellen habe ich nicht weiter untersucht. Die letzteren theilen sich tetraedrisch; daher ist auch die Form der Sporen stets kugeltetraedrisch (radiär). Das Exosporium ist längs den Scheitalkanten etwas verdickt, im übrigen mit feinen Wörzchen besetzt, der Inhalt der reifen Spore chlorophyllhaltig.

Diese hier in ihrer Entwicklung verfolgte Gestalt des Sporangiums ist allen Trichomanen und Ptilophylleen gemeinsam. Die verschiedenen Gestalten, die man auf Abbildungen trifft¹⁾, rühren nur von verschiedener Lage des abgelösten Sporangiums her.

Bei Hymenophyllum erfolgt der Aufbau, wie ich mich mehrfach an jungen Zuständen überzeugen konnte, höchst wahrscheinlich in derselben Weise, auch die Lage zum Receptaculum ist die nemliche; die Verschiedenheit, die sich allerdings auf den ersten Blick geltend macht, beruht nur in häufigeren späteren Theilungen und der gleichmässig polyedrischen Ausbildung der meisten Wandzellen, welche hier alle Versuche, die Entwicklung des Rings zu verfolgen, scheitern liessen. Bei den Arten mit kugeligem Receptaculum strecken sich die Zellen der Basis zu einem kurzen Stiele (Fig. 98 C).

Während bei Trichomanes das Oeffnen der Sporangien nur durch Aufreissen des Stomiums erfolgt, trennt sich bei Hymenophyllum ausserdem noch der Ring zum grössten Theile von der übrigen Wandung ab.

1) Die einzigen zutreffenden Abbildungen von Sporangien der Hymenophyllaceen sind die bei KUNZE, Die Farrenkräuter.

Als Paraphysen bezeichnet METTENIUS¹⁾ die Haargebilde, welche an der Basis des Receptaculum einiger Hymenophyllum-Arten vorkommen und welche ich bei *H. tunbridgense* wahrnahm. Es sind dort kurze Zellreihen mit spitzer Endzelle. Da dort die untersten abortirten Sporangien etwas andere Zellenanordnung als die oben geschilderte besaßen, so glaube ich vermuthen zu dürfen, dass die Paraphysen den morphologischen Werth von Sporangien besitzen, die eine verfehlte Entwicklung eingeschlagen haben, eine Vermuthung, die ich aus Mangel an Material nicht weiter begründen kann.

7. Die Keimung der Sporen.

TASCHNER²⁾ und METTENIUS³⁾ hatten am getrockneten Material keimende Sporen theils in den Sporangien, theils im Indusium, theils auch sonst der Pflanze äusserlich anhaftend beobachtet und beschrieben; letzterer hatte zudem auch die Keimung an Aussaaten verfolgt. Das frische Sporenmaterial, das ich von *Trichomanes speciosum* hatte, liess die ersten Keimungsstadien sehr gut constatiren; allein das Wachsthum schreitet so ausserordentlich langsam vor, dass bis zur Bildung von Sexualorganen wohl noch viele Monate verstreichen werden. Den längsten Keimling, den ich jetzt (Anfang April) auffinden konnte, habe ich in Fig. 120 abgebildet; er besteht aus nur wenigen Zellen, während *Pteris aquilina*, die ich zur gleichen Zeit (Anfang November) ausgesät hatte, bereits junge Pflanzen mit 2—3 Blättern trägt.

Die ersten Anzeichen der Keimung treten schon sehr bald an der reifen Spore auf, sobald diese genug Wasser zugeführt erhält. Sporen, welche vollkommen ausgetrocknet wurden, keimen, wie es scheint, wenigstens nicht mehr so gut, als frische; sie stimmen hierin mit anderen chlorophyllhaltigen Sporen wie z. B. *Osmunda*, *Equisetum* überein. Die erste Veränderung, welche die Spore erfährt, ist das Aufspringen des Exosporiums an den drei Scheitelkanten, bedingt durch eine Volumenzunahme der vom Endosporium umschlossenen Zelle, in welcher sich auch der plasmatische Inhalt ordnet und aus der Anfangs gleichmässig grünen Masse Chlorophyllkörner sich aussondern (Fig. 112). Die weitere Volumenzunahme dieser Zelle wird ungleichmässig; das Wachsthum ist am stärksten an den drei Seiten, welche den Tetraederflächen der reifen Spore entsprechen; auf Scheitelansichten (Fig. 113) sieht man deutlich die drei Klappen des Exosporiums von den wachsenden Enden auseinandergedrängt; durch Zusatz von Kalilauge zu solchen Sporen kann man die Zelle vom Exosporium trennen, welches dann gleichsam elastisch zusammenklappt. Die weitere Entwicklung weist nun ziemlich verschiedene Stadien auf, so dass wir, um zu einer allgemeinen Auffassung zu gelangen, sofort verschiedene Fälle combiniren müssen. Es ergibt sich aus den späteren Stadien unzweifelhaft, dass die drei den Tetraederflächen entsprechenden Papillen die Bestimmung haben, jede in einen Faden auszuwachsen (s. Fig. 119, 121); wir erkennen nun sofort die Uebereinstimmung mit den keimenden Sporen von *Hymenophyllum elegans* (Fig. 124). Hier sehen wir die drei erwähnten Papillen durch Wände abgeschieden, welche in der Mitte aufeinandertreffen. Wir wissen durch METTENIUS, dass diese drei Zellen, in welche sich die Hymenophyllumspore getheilt hat, zu drei Fäden auswachsen, wovon jedoch der eine oder andere abortiren kann. Die Sporen von

1) Hymenoph. p. 487.

2) Dissert. p. 28. Taf. II. Fig. 12 ff.

3) Hymenoph. p. 488.

Trichomanes unterscheiden sich darin von Hymenophyllum, dass die Wand erst längere Zeit nachher die Papille abtrennt, so dass diese Wände einander nicht mehr treffen und ausser den drei ausstrahlenden Fäden auch eine im Mittelpunkt dieser Strahlen liegende Zelle (s in den Figuren) an den Keimlingen vorhanden ist. In vorgeschrittenen Zuständen (Fig. 119) scheint es nun, als wären die Fäden zwischen den Klappen des Exosporiums hervorgewachsen, würden also mit den Tetraederflächen alterniren; allein Fig. 113 zeigt sicher, dass die Klappen des Exosporiums erst später durch das Auswachsen der Fäden bei Seite geschoben werden.

Die Ausbildung der einzelnen Fäden erfolgt unabhängig von ihrer Stellung: sie sind entweder Reihen chlorophyllhaltiger Zellen mit farbloser Wandung und breitem Durchmesser (p in den Figuren) oder es sind Rhizoiden¹⁾ (rh) von dünnerer Gestalt, mit farblosem Inhalt und rothbrauner Wandung. Dass zwischen diesen Gebilden kein morphologischer Unterschied besteht, zeigt am besten Fig. 123, wo der an der Basis grüne Faden an seinem Ende in ein Rhizoid ausläuft, ebenso Fig. 121, wo der eine der drei Strahlen zu einem Rhizoid wurde.

Die grünen Fäden wachsen am Scheitel unter Bildung horizontaler Wände, wie es scheint ohne intercalare Quertheilungen, und verzweigen sich, indem aus der Mitte oder dem vorderen Ende einer Gliederzelle eine Ausstülpung hervortritt, die sich durch eine meist aussen gelegene Querwand abgrenzt; diese Seitenzweige sind nicht immer grün, sondern können ebenfalls Rhizoiden sein (Fig. 120).

Als solche Verzweigung, als seitliche Bildung von Rhizoiden möchte ich auch die Rhizoiden auffassen, welche sehr oft aus der Sporenzelle direct hervorkommen, so dass wir also dann an einer Spore vier Strahlenanlagen haben. In manchen Fällen lässt sich sicher constatiren, dass dieser vierte Strahl aus dem Scheitel der Sporen selbst hervorkommt, noch bevor die Papillen sich bedeutend vorgewölbt haben (Fig. 114 und 115); dieser Strahl hat dann immer die Ausbildung eines Rhizoids. Bisweilen erscheint er der einen Papille genähert (Fig. 116), wobei er auch etwas Chlorophyll enthält; endlich gibt es dann auch Fälle wie Fig. 117, in denen es unsicher bleibt, ob man das Product einer der drei Papillen oder einen scheitelständigen Strahl vor sich hat. Die vorgerückten Stadien, wie Fig. 119, auch 120, zeigen deutlich den Ursprung von 4 Strahlen von der Sporenzelle, wovon der vierte, dem ursprünglichen Scheitel entsprechende stets ein Rhizoid ist. — Während also die drei Strahlen, welche stets, wenigstens andeutungsweise vorhanden sind, mit dem tetraedrischen Aufbau der Spore aufs innigste zusammenhängen²⁾, ist der vierte scheitelständige Strahl ein davon unabhängiges Gebilde, dessen Existenz bei den sonst ähnlichen Hymenophyllum-Keimlingen von vornherein ausgeschlossen ist.

Ueber die weitere Entwicklung der Prothallien und ihre morphologische Gliederung hoffe ich später nachträglich berichten zu können, da ich über die Prothallien, wie sie sich an den Herbar-exemplaren aufsitzend³⁾ vorfinden, den Angaben METTENIUS' nichts Neues hinzufügen kann⁴⁾.

1) Durch den Ausdruck Rhizoid und nicht Rhizine will ich ausdrücken, dass der morphologische Werth dieser Gebilde noch unsicher ist, dass aus der Gleichwerthigkeit mit den anderen Strahlen mindestens die Haarnatur derselben zweifelhaft ist.

2) Wir werden später sehen, dass auch andere Farnsporen in ähnlicher tripolarer Weise keimen.

3) Diese Prothallien finden sich unter Lebermoosen (Lejeunia) und Algen (Nostoc, Scytonema, Diatomeen, Coleochaeten) auf den Blättern und zwischen den Rhizinen vieler Arten; dass diese Algen und Prothallien nicht etwa »parasitisch« leben, leuchtet für den, der weiss was Parasitismus ist, ohne Weiteres ein.

4) Die während des Druckes erschienene Notiz von JANCZEWSKI und ROSTAFINSKI (Note sur le prothalle de l'Hymenophyllum tunbridgense, Mem. de la Soc. d. Sc. nat. d. Cherbourg. 1875. XIX.) bringt über die Gliederung der Prothallien gar nichts; denn die an der Basis abgestorbenen Lappen können von fadenförmigen Hauptaxen abgerissen sein.

II.

Systematische Uebersicht der Gattungen.

Die meisten Autoren vertheilen die zur Ordnung der Hymenophyllaceae gehörigen Arten in zwei Gattungen: Trichomanes mit becherförmigem Indusium, und Hymenophyllum mit zweilappigem Indusium. Diese Eintheilung war bereits von SMITH¹⁾ vorgeschlagen worden, nachdem LINNÉ in seiner Gattung Trichomanes nicht bloss die wenigen ihm bekannten zu dieser Ordnung gehörigen Formen, sondern auch fremdartige, wie z. B. *Davallia canariensis* zusammengefasst hatte. Bereits DESVAUX²⁾ erkannte die einigen Formen zukommende beide Gattungen vermittelnde Form des Indusiums und stellte folgerichtig für diese eine besondere Gattung *Didymoglossum* auf; ferner gründete BORY³⁾ auf die auffallende Verschiedenheit der fertilen Blätter von den sterilen und die damit zusammenhängende Stellung der Sori zwei Gattungen *Feea* und *Hymenostachys*. Diesen einzelnen Versuchen gegenüber unterzog PRESL⁴⁾ die ganze Ordnung einer allgemeinen Bearbeitung, deren Resultat die Aufstellung von 19, mit Einschluss der Nachträge 27 Gattungen war. Wenn auch manche derselben auf abenteuerlichen Missdeutungen der Objecte beruhten, so ist doch den Arbeiten PRESL's ein gewisser systematischer Tact nicht abzuspochen; zum mindesten hätte er nicht verdient, von späteren Autoren vollkommen ignorirt zu werden. Nur VAN DEN BOSCH⁵⁾ kam wieder, wenigstens theilweise, auf die PRESL'schen Gattungen zurück und restaurirte die

1) Die ältere Geschichte der Ordnung s. bei TASCHNER, *Dissertatio de duabus novis Trichomanum speciebus etc.* Jena 1843. p. 4 ff.

2) Ann. Soc. Linn. Paris. VI. p. 330. 1827. Cit. nach PRESL und VAN DEN BOSCH.

3) Dict. d. Sc. nat. VI. p. 447. 1846. Cit. nach VAN DEN BOSCH.

4) Hymenophyllaceae 1843. — Die Gefässbündel im Stipes der Farn. Aus den Abh. d. böhm. Ges. d. Wiss. V. Folge. 5. Bd. Prag. 1847. Die Anmerkungen zu p. 22—30 enthalten wesentliche Verbesserungen zur erstgenannten Arbeit; überhaupt sind die Anmerkungen lesenswerther als der Text. — *Epimeliae botanicae*. Prag 1849. p. 10—22.

5) Eerste Bijdrage etc. Versl. d. Akad. 1861. — Synopsis Hymenophyllacearum. Neederlandsch kruidkundig Archief. IV. Deel. p. 341 ff; Suppl. ib. V. p. 135 ff. und II. Suppl. ib. p. 135 ff. (die Paginirung ist falsch). Hier sind sämmtliche ihm bekannte Arten mit Synonymen und Citaten von Abbildungen aufgeführt, aber noch mit älterer Gattungseintheilung.

Als wichtigste Literatur seien hier noch angeführt:

HOOKE, *Species Filicum* I. London 1846. p. 86—150 und die Bemerkungen KUNZE's dazu in Bot. Zeit. 1847. p. 183 ff.

STURM in Martius *Flora Brasiliensis*. fasc. 23.

VAN DEN BOSCH. *Hymenophyllaceae Javanicae*.

haltbaren in einer Weise, die bezüglich natürlicher Umgrenzung von Artengruppen kaum etwas zu verbessern übrig lässt. Nur legt VAN DEN BOSCH zu viel Werth auf die (noch dazu theilweise missverständene) Ein- oder Mehrschichtigkeit des Mesophylls, sowie auf die Ausbildung des Indusiums; daher ist seine Gruppierung der Gattungen eine fast durchweg künstliche.

Obwohl meine Untersuchungen zunächst nur in der Absicht unternommen waren, die Beziehungen der Hymenophyllaceen zu den übrigen Farnen aufzuhellen, so glaube ich doch, die gewonnenen Resultate auch für die Systematik der Ordnung verwerthen zu müssen. Wie ich im ersten Abschnitte gezeigt habe, erhalten wir durch die verschiedenen Typen der Architectur des Blattes ziemlich scharf umschriebene Formenkreise, die ich als Gattungen betrachte. Die theoretische Berechtigung der Verwerthung der Architectur des Blattes für die Systematik kann wohl kaum bestritten werden, wenn man erwägt, dass es bei den Farnen ja gerade das Blatt ist, durch dessen Entwicklung die Mannichfaltigkeit der Formen bedingt wird. Zudem wird die folgende Darstellung zeigen, dass die hier aufgestellten Gattungen vollkommen natürlich sind. In der Zersplitterung der Gattungen glaubte ich nicht so weit gehen zu dürfen, wie VAN DEN BOSCH; die kleineren, sich von Hauptreihen abzweigenden Entwicklungsreihen, sowie leicht charakterisierbare Artengruppen habe ich als Untergattungen eingereiht. Bezüglich der Nomenclatur habe ich mich vorzugsweise an VAN DEN BOSCH's Gattungsnamen gehalten, da die ausschliessliche Berücksichtigung der Priorität nur neue Verwirrung mit sich bringen würde.

Die Charakterisirung der Familien, in welche sich meine 7 Gattungen vertheilen, kann erst nach der Betrachtung der Gattungen selbst erfolgen.

Zugleich benütze ich diese systematische Uebersicht dazu, das mir zu Gebote gestandene Material genauer zu bezeichnen, indem ich die mir aus eigener Anschauung bekannten Arten aufführe; um die Beurtheilung meines Systems zu erleichtern, führe ich stets die Nummern käuflicher Sammlungen und die Citate der bekannteren und besseren Bilderwerke bei. Die Sammlungen GLAZIOU's hatte ich im Herbar Herrn Dr. WARMINGS zu sehen Gelegenheit.

Bezüglich der geographischen Verbreitung lassen sich die Arten in zwei Gruppen bringen, in solche, welche die östliche Halbkugel, Afrika, Ostindien, Südsee bewohnen, und in solche, die in der westlichen, America, vorzugsweise Brasilien und Westindien vorkommen.

Tribus I. Trichomanoideae.

Fam. 1. Cardiomaneae.

Genus unicum, monotypicum:

1. Cardiomanes PRESL.

Hym. p. 42. — VDB. Syn. p. 346; Bijdr. p. 322. — Trichomanes Aut.

Folia disticha reniformia nervis regulariter dichotome flabellatis; sori pantotacti; indusii tubus campanulatus, limbus nullus. — Rhizoma radiculosum, petiolus laminam superans. — Species unica orientalis.

Diese Gattung repräsentirt den einfachsten Typus der Architectur des Blattes; von der Sorusbildung sind nur die äussersten in die grundständigen Lappen ausstrahlenden Nerven ausgeschlossen. Im Mehrschichtigwerden des Mesophylls, sowie der diametralzweizeiligen Blattstellung drückt sich jedoch ein Vorseilen über den Standpunct der folgenden Gattung aus. Die Anatomie konnte leider nicht untersucht werden; Rhizinen scheinen dem Stamme zu fehlen.

C. reniforme (FORST.) PRESL. — HOOK. et GREY. Ic. fil. tab. 34. — Neu-Seeland: leg. HÜGEL: herb. Monac.

Fam. 2. Ptilophylleae.

2. Hemiphlebium PRESL emend.

Hemiphlebium, Microgonium, Lecanium, Didymoglossi Sect. Flabellata et Trichomanis spec. PRESL. Hym. p. 25. 49. 44. 23. 46. — Microgonium et Hemiphlebium PRESL Gefässb. p. 27f. — Microgonium, Hemiphlebium et Lecanium VDB. Bijdr. p. 319 et 322. — Didymoglossi spec. Desv. — Didymoglossi spec. 4—10 et Trichomanis spec. 11—16 VDB. Syn. — Trichomanis spec. Aut.

Folia disticha dorsalia, integra v. palmatiloba v. pinnatiloba v. pinnatifida v. pinnatipartita, nervis dichotome v. subpinnatim v. pinnatim ramosis, katadromis, nervis spurii intermixtis; sori epitacti; indusii tubus urceolatus, limbus plus minus profunde bilabiatus; fasciculus petioli rhizomatisque debilis collateralis. — Plantae humiles, radicibus pro more nullis, rhizomate rhizinis dense oblecto, petiolo plerumque brevi, paleis peltatis.

Diese Gattung steht in mancher Beziehung auf dem niedrigsten Standpunct der Organisation. Die Blattform zeigt alle Uebergänge von der nierenförmigen fächernervigen bis zur fiedertheiligen, wobei dann die Fiedern selbst wieder fiederig gelappt sein können. Die Scheinnerven besitzen bei dichotomischer Ausbildung noch den Werth von Vegetationspuncten und stehen dann noch mit den wahren Nerven in Verbindung, verlieren mit der fiederigen Anordnung ihre Bedeutung als Vegetationspuncte und den An-

schluss an die Nerven, nehmen endlich mit der Theilung des Blattes an Zahl ab. Die Sori lassen auch bei schwacher Verzweigung des Blattes ihre epitacte Stellung dadurch erkennen, dass sie das Ende der Mittelrippe einnehmen. Die Fibrovasalstränge der feineren Nerven enthalten kein Phloem.

Da die Namen der drei hier vereinigten Gattungen VAN DEN BOSCH's gleich alt sind (PRESL Hymenoph.) wählte ich den Namen Hemiphlebium als den passendsten, da er den Charakter der Scheinnerven ausdrückt.

Sect. 1. Microgonium PRESL, em. VDB. (VDB. Syn. Trichomanis sp. 11—14, 16.) *Lamina integra vel lobata nervis cum nervis spuriiis flabellatis vel pinnatis, margine glabra, saepe stria intramarginali continua v. interrupta cincta; indusii labia brevia.* — Species occidentales et orientales.

Der Rand ist stets kahl; die Randstreifen verbinden die Enden der Nerven und Scheinnerven, können unterbrochen sein oder ganz fehlen.

H. Hookeri (Trichomanes Hookeri PRESL Hym. p. 46 = Microgonium Hookeri PRESL Gefässb. p. 27, nec Hemiphlebium Hookeri PRESL Gef. p. 28). — HOOK. et GREV. Tab. 179 (Trichomanes muscoides). — Jamaica: leg. WULLSCHLÄGEL herb. Monac.

H. Kapplerianum (STURM in Mart. fl. Bras. p. 276) — Brasilien: SPRUCE Nr. 435 ex p. teste aut. herb. Monac.

H. sublimbatum (C. MÜLL.) — VDB. Hym. Jav. Tab. II. — Java: leg. KURZ Nr. 284, ZIPPELIUS, ZOLLINGER (H. Hookeri KZE.) herb. Monac.

H. Motleyi (VDB. Hym. Jav. Tab. I.).

H. cuspidatum (WILLD.). — HOOK. et GREV. Tab. 155 (T. BOJERI).

Sect. 2. Hemiphlebium PRESL em. VDB. (VDB. Syn. Trichomanis spec. Nr. 15, Didymoglossi sp. Nr. 4—10). *Lamina integra ad pinnatipartita, margine inter nervos pilis fasciculatis obsita, striis nullis; indusii labia plerumque maiora.* — Species occidentales.

Der Gegensatz zur vorigen Section liegt in der Behaarung des Randes, womit das Fehlen der Randstreifen verbunden ist. Das Indusium ist gewöhnlich tief zweilippig; doch findet sich auch (bei *H. Petersii*) die kurzgesäumte Form der vorigen, die Theilung des Blattes erreicht (neben der einfachsten ganzen Form) hier den höchsten Grad der Ausbildung in der Gattung.

H. punctatum (POIR.) VDB. — HOOK. et GREV. Tab. 236. — Caripi: SPRUCE Nr. 434 herb. Monac.

H. pusillum (SW.) PRESL. — Specim. orig., SPRUCE Nr. 435 ex p. herb. Monac. — Hievon kann ich nicht unterscheiden:

H. sphenoides (KZE. Farrnkr. Tab. 88) VDB. — HOOK. et GREV. Tab. 32. (Trich. reptans, = Hemiphlebium Hookeri PRESL Gef. p. 28). — Jamaica: leg. WULLSCHLÄGEL, det. STURM in herb. Monac.

H. muscoides (SW.) VDB. — Specim. orig. in herb. Monac.; Brasilien: GLAZIOU Nr. 5242 (= Trichomanes sociale Fée Crypt. vasc. du Brésil. II. p. 85. Tab. 85 Fig. 3.).

H. reptans (SW.) PRESL. — Specim. orig. in herb. Monac.; — Brasilien: leg. GLAZIOU Nr. 3352 = Didymoglossum quercifolium HOOK. et GREV. Tab. 115; Fée l. c. p. 191. Tab. 71 Fig. 4.) forma lobis mediis elongatis.

H. Kraussii (HOOK. et GREV. Tab. 149) VDB. — Brasilien: SPRUCE Nr. 575 in herb. Monac.; GLAZIOU N. 2248 (Trichom. acrocarpon Fée l. c. I. p. 188 Tab. 70. Fig. 4).

H. apodum (HOOK. et GREV. Tab. 117) VDB. forsan varietas brevipetiolata *H. muscoidis*.

H. Petersii (AGR.) VDB. — HOOK. Cent. of Ferns tab. 86.

Sect. 3. Lecanium PRESL, VDB. *Lamina integra, cuneata, nervis cum nervis spuriiis flabellatis, margine inter nervos squamulis obsita, mesophylli stratis duobus vel tribus.* — Species unica, occidentalis.

Die Gruppenhaare der vorigen Section sind hier durch Schuppen ersetzt; die Nervatur steht auf der niedrigsten Stufe der fächerigen Anordnung; dagegen ist das Mesophyll in mehrfacher Schicht ausgebildet und die Grösse des Blattes übertrifft alle Arten der Gattung mit ungetheilte Spreite.

H. membranaceum (L.) — PRESL Hym. Tab. I.; KZE. Farrnkr. Tab. 88. — Martinique: leg. SIEBER in herb. Monac.

3. Ptilophyllum VDB. emend.

Feea, Hymenostachys, Trichomanis Sect. Achomanes et species paucae Eutrichomanis, Ragatelus, Neurophyllum. PRESL Hym. — Feea, Neuromanes, Trichomanis sp. Nr. 17—24, 26—43. VDB. Syn. — Ptilophyllum, Feea, Neuromanes VDB. Bijdr. — Feea, Hymenostachys et Trichomanis spec. Bory. — Trichomanes Aut.

Folia disticha vel saepius polysticha, pinnatiloba, v. (saepissime) pinnatipartita v. pinnatisecta, elongato-lanceolata, raro pyramidata, pinnis plerumque numerosis, fere aequalibus, nervis katadromis, nervis spuriis nullis; sori epitacti, interdum apice sterili; indusii tubus campanulatus v. urceolatus v. cylindraceus, limbus brevis vel nullus; fasciculus petioli concentricus di-triarchus, rhizomatis validus. — Plantae elatae radicales, rhizomate rhizinis destituto, foliis saepe ultrapedalibus, margine saepe pilosis, fertilibus interdum heteromorphis; paleis rectis vel peltatis. — Species omnes occidentales.

Der durch diese Gattung repräsentirte Typus ist gewissermassen die weitere Entfaltung der vorigen Gattung. Durch den Mangel der Scheinnerven lässt sich aber Ptilophyllum, das habituell sehr ausgezeichnet ist, sicher von Hemiphlebium unterscheiden. Die epitacte Sorusstellung ist zum reinsten Ausdruck gelangt; die Wiederholungsfähigkeit der Spindeln ist ausserordentlich gering. Fast immer sind die Fiedern ungetheilt, von zahlreichen, unter sich parallelen Tertiärnerven durchzogen; auch wo die Fiedern zertheilt sind, bewahren sie immer den Charakter der Unterordnung unter die Hauptspindel. Der Strang des Stammes ist sehr stark, enthält sehr zahlreiche Gefässe. Die untergeordneteren Merkmale sind in den Sectionen verschieden.

Den Namen Ptilophyllum VDB. zog ich dem älteren Feea vor, weil letzterer sich nur auf sehr wenige Arten bezog, ersterer aber auf die Mehrzahl¹⁾.

A. Folia isomorpha.

Sect. 1. Achomanes PRESL em. (Ptilophyllum VDB. ex p. Trichomanis spec. 17—19, 27—38. Syn.) *Folia interdum disticha, elongato-lanceolata, pinnis numerosis integris, margine pilis stellatis simplicibusve obsita; sori mere epitacti; petioli fasciculus diarchus.*

Der Mediannerv der Fiedern ist hier (ausser den oben S. 3 erwähnten abweichenden Exemplaren von *P. sinuosum*) stets durch einen Sorus abgeschlossen. Im Strang des Blattstiels ist das Xylem allseitig vom Phloem umgeben. Die Nervenhaare stimmen mit denen des Randes überein.

a) **Sinuosa.** *Folia minus profunde pinnatipartita, fere lobata, interdum disticha, margine stellatopilosa; paleae rectae.*

Pt. sinuosum (RICH.) VDB. — KUNZE Farrnkr. Tab. 77 Fig. 1; HOOK. et GREV. Tab. 13. — Brasilien: MARTIUS in herb. Monac; GLAZIOU Nr. 460, 4648, 4672, 2466, 4673.

Pt. holopterum (KZE. Farrnkr. Tab. 77. Fig. 2) VDB.

b) **Crispa.** *Folia profunde pinnatipartita, fere pinnatisecta, margine nervisque pilis simplicibus pilosa semper polysticha; paleae peltatae.*

Pt. crispum (L.) VDB. — Brasilien: GLAZIOU Nr. 2054: mit den sehr nahe verwandten Arten, die sich bei sorgfältiger Bearbeitung wohl theilweise als verschiedene Alterszustände herausstellen werden; mir standen folgende zu Gebote:

Pt. accedens (PRESL) VDB. — HOOK. et GREV. Tab. 12 (*Pt. crispum*) — SPRUCE Nr. 874; LECHLER pl. peruv. Nr. 409.

Pt. plumosum (KZE.) VDB. — Brasilien: leg. PÖPPIG, teste autore, in herb. Monac.

Pt. cristatum (KAULF.) VDB. — Brasilien: leg. MARTIUS herb. Monac. GLAZIOU Nr. 2246.

¹⁾ Ptilophyllum MORRIS, eine fossile Cycadeengattung, ist zwar älter, collidirt aber nicht, da die Gattung unhaltbar ist, und SCHIMPER erst 1870 den Namen in anderem Sinne restaurirte.

Pt. pellucens (KZE.) VDB. — KZE. Farrenkr. Tab. 68. — Brasilien: leg. MARTIUS, PÖPPIG, teste autore in herb. Monac; GLAZIOU Nr. 3587.

Pt. pilosum (RADDI) VDB. — Brasilien: leg. LANGSDORFF teste STURM in herb. Monac.

c) **Lamellata.** *Nervis subtus lamellis piligeris vestita, cetera praecedentium.*

Pt. Martiusii (PRESL) VDB. — Brasilia: leg. MARTIUS herb. Monac.

Sect. 2. Trigonophyllum. (*Ptilophyllum* VDB. ex p.; *Trichomanis* spec. 20 et 26 VDB. Syn.) *Folia polysticha, petiolo late alato, lamina pyramidata, pinnis saepe pinnatifidis v. partitis, margine glabris (ex HOOKER pilosis); sori epitacti; petioli fasciculus diarchus.*

Während die Blätter jugendlicher Exemplare den jugendlichen voriger Section gleichen, sind die ausgewachsener Pflanzen hier im Umriss dreieckig, die untersten Fiedern erreichen eine bedeutende Länge; dieselben sind seltener (Jugendblätter) fast ganzrandig, meist zertheilt. Am Rande fand ich bei *Pt. Bancroftii* keine Haare, auf dem Nerven Borstenhaare. Der Strang des Blattstiels hat bei *Pt. Bancroftii* die Eigenthümlichkeit, dass die primordiales Gefässe der Cambiformscheide anliegen, so dass das Phloem in zwei Parteen getrennt wird.

Pt. Bancroftii (HOOK. et GREV. Tab. 204). VDB. — KZE. Anal. pterid. Tab. 29. Fig. 4 (*Trich. coriaceum*). — Brasilien: leg. MARTIUS, PÖPPIG, SPRUCE Nr. 184, herb. Monac.

Pt. bicornis (HOOK. Cent. of Ferns Tab. 85) VDB. — Surinam: HOSTMANN et KAPPLER Nr. 26 (*Trichom. brachypus*); SPRUCE Nr. 870 (*T. alatum*).

Sect. 3. Acarpacrium (*Ptilophyllum* VDB. ex p.; *Trichomanis* spec. 24—24, 39—43 VDB. Syn.) *Folia polysticha elongato-lanceolata, pinnatipartita vel pinnatisecta, pinnis pinnatilobis v. pinnatipartitis margine nervisque stellatopilosis, apice rhachidis primariae et secundariae sterili.*

Auch hier wird durch die Zertheilung der Fiedern eine Annäherung an den Habitus von *Trichomanes* herbeigeführt, die hier noch durch das Sterilwerden der Spitze und Zurückgreifen der Sori auf zahlreichere Tertiärnerven verstärkt wird. Doch sind die Nerven katadrom. Bisweilen findet man an der einen oder andern Fieder einen Sorus, an jugendlichen Exemplaren (HOOK. et GREV. Tab. 10) selbst auf der Blattspitze. In der Behaarung herrschen vielleicht 2 Typen: Rand und Nerv mit Sternhaaren; Rand kahl, Nerv mit einfachen Haaren, wie ich es bei *Pt. auratum* fand.

Pt. ptilodes VDB. Syn. Nr. 23. — HOOK. et GREV. Tab. 11 (*T. alatum*). — J. KITTS: leg. BREUTEL herb. Monac.

Pt. Kaulfussii (HOOK. et GREV. app.) VDB. — HOOK. et GREV. Tab. 40 (*Trich. lucens*). — J. KITTS: leg. BREUTEL herb. Monac.

Pt. auratum (Fée Crypt. vasc. du Brésil I. p. 186. Taf. 67. Fig. 4). GLAZIOU Nr. 2465.

Pt. attenuatum (HOOK. spec. fil. Tab. 39 C). VDB.

Pt. splendidum (HOOK. spec. fil. Tab. 44 A). VDB.

Pt. Lambertianum (HOOK. spec. fil. Tab. 44 B). VDB.

B. Folia heteromorpha.

Sect. 4. Homoeotes PRESL. Gef. p. 23. (Fée spec. 4 et 5 VDB. Syn.) *Folia (disticha?) sterilia breviter petiolata pinnatipartita v. bipinnatipartita, fertilia longe petiolata, lamina angustiore, sed sterili simili.*

Der Bau des Blattes kommt vollkommen (bei den zwei Arten) mit dem der Sectionen 1 und 2 überein; der Unterschied des fertilen Blattes liegt in der Länge des Stieles mit der schmälern Lamina. Bei *Pt. heterophyllum* ist der Rand kahl; der Nerv trägt nur Keulenhaare; bei *Pt. Spruceanum* ist (nach Abbildung u. Beschreibung) der Rand kahl, der Nerv mit einfachen Haaren besetzt.

Pt. heterophyllum (HBK.). — KZE. Farrenkr. Tab. 109. — Brasilien: leg. SPRUCE Nr. 876 herb. Monac.

Pt. Spruceanum (HOOK. Cent. of Ferns Tab. 81).

Sect. 5. Feea (BORY, PRESL, VDB., incl. *Hymenostachys* BORY, PRESL et *Neurophyllum* PRESL, VDB. Syn. et Bijdr.). *Folia polysticha, sterilia pinnatipartita vel pinnatisecta, rhachi producta gemmifera; fertilia foliolo pinnis angustioribus simili terminato vel integra elongato-lanceolata plus minus angustata, nervis tertiariis (v. secundariis) dense parallelis*

plerisque soriferis; nervi saepe striis transversis juncti, raro vere anastomosantes; fasciculus petioli tri-tetrarchus, cellulas lignosas continens.

Nicht bloss die Verschiedenheit der fertilen und sterilen Blätter bedingt die Vereinigung dieser Arten zu einer Gruppe, sondern die grosse Uebereinstimmung im Bau, sowohl des fertilen als sterilen Blattes. Das sterile Blatt ist gefiedert, mit verlängerter knospentragender Spindel; die fertilen sind im geringsten Grade abweichend bei *Pt. pinnatum*, wo die Spindel nicht, wie an den sterilen verlängert ist, sondern mit einem Endblättchen abschliesst, das den Fiedern gleich, etwas schmaler ist, als die Fiedern des sterilen Blattes. Dass hierin kein Grund liegt, diese Artengruppe (a) zu einer besonderen Gattung zu erheben, zeigt ein Exemplar von *Pt. pinnatum* des Münchener Herbars, an dem ein fertiles Blatt in die knospentragende Rhachis ausgeht, sowie das Exemplar der var. *undulatum*, das unten steril ist, oben aber einem fertilen gleich gebaut ist. Dass ferner *Neurophyllum* und *Feea* nicht einmal als Sectionen getrennt werden können, zeigt *Pt. Vittaria*, das sich einerseits an *Pt. pinnatum* (*Neurophyllum*) anschliesst, indem das fertile Blatt eben nur auf das sehr verlängerte Endblättchen reducirt ist, das aber andererseits den Uebergang zu *Feea* (c) vermittelt, indem an diesem fertilen Blatt nur die Secundärnerven ausserordentlich kurz und sämmtlich fertil zu werden brauchen, um eine wahre *Feea* vorzustellen. — Die Querstreifen fehlen bei *Pt. Hostmannianum*; wahre Anastomosen finden sich bei *Pt. elegans*. Der Blattstielstrang ist bei *Pt. pinnatum* triarch (an der Basis tetrach) und enthält Holzzellen. Bei dieser Art ist der Rand kahl, der Nerv trägt gegliederte einfache Haare.

a) *Folium fertile pinnatum* (*Neurophyllum* VDB. spec. 1, 2, 4, 5).

Pt. pinnatum (HEDW.). — Brasilien: leg. MARTIUS, POHL, GLAZIOU Nr. 2245.

β. undulatum m. nervis tertiariis repetito furcatis, inde margine pinnarum undulato-crispo; folium (unicum) infra sterile, supra fertile, pinnis numerosioribus: Cordillera de San Blas: leg. M. WAGNER 1858, herb. Monac.

Pt. pennatum (KAULF.). — Brasilien: MARTIUS herb. fl. Bras. Nr. 432; SPRUCE Nr. 444.

Pt. Schomburgkianum (STURM in Mart. fl. Bras. 23. p. 249).

Pt. Hostmannianum (KLOTZSCH). — KZE. Farrnkr. Tab. 110. — Brasilien: leg. MARTIUS.

b) *Folium fertile integrum, non angustatum* (*Neurophylli* spec. 3. VDB. Syn.).

Pt. Vittaria (DC.). — Brasilien: SPRUCE Nr. 444. ex p.

c) *Folium fertile integrum, lamina valde contracta* (*Feea* spec. 1—3 VDB. Syn.).

Pt. botryoides (KAULF.) ex descr. ap. STURM l. c. p. 243.

Pt. spicatum (HEDW.) ex descr. ap. STURM l. c. p. 244.

Pt. elegans (RUDGE). — Hook. Gen. fil. Tab. 108. — STURM l. c. p. 244.

4. *Lacostea* VDB. em.

Cephalomanes et Trichomanis spec. PRESL. Hym.; Gef. p. 26. — *Lacostea et Cephalomanes* VDB. Bijdr. p. 320 et 321; *Cephalomanes et Trichomanis* sp. 81. 82. VDB. Syn. et 80 Suppl. II. — *Trichomanis* spec. Aut.

Folia disticha brevissime petiolata vel polysticha, integra linearia vel pinnatipartita v. pinnatisecta, pinnis saepe pinnatifidis, nervis anadromis, nervis spuris nullis striis sparsis vel nullis; sori paratacti, interdum latus superius tantum occupantes; indusii plerumque quasi stipitati longe prominentis tubus cylindricus, limbus brevissimus vel nullus. Fasciculus petioli diarchus collateralis. — Plantae elatae vel humiles, rhizomate longe procumbente vel brevi erecto; foliorum margo glaber. — Species occidentales et orientales.

Die anadrome Nervatur und paratacte Sorusstellung unterscheidet diese Gattung von der vorigen; sie nähert sich dadurch habituell den Trichomaneen, von denen sie jedoch durch den Mangel der

Wiederholungsfähigkeit in den Seitenspindeln scharf geschieden ist; die kurzgestielte Lamina der zu-
meist an *Trichomanes* erinnernden Arten ist stets an der Basis am breitesten, und unterscheidet sich
dadurch leicht von dem habituell am ähnlichsten *Trichomanes radicans*, mit dessen Verwandten die
Arten von *Lacostea* oft verwechselt oder zusammengruppirt wurden. Den Ausgangspunct dieses Typus
sehe ich in *L. guianensis*, dessen Blattbau an *Ptilophyllum sinuosum* erinnert; eine besondere Abweichung
zeigen die ungetheilten linearen Blätter von *L. tanaica*, wo die Fiedern gleichsam verschmolzen sind;
eine Entwicklung nach der andern Richtung mit zunehmender Theilung der sehr zahlreichen, fast gleich-
langen Fiedern *L. brachypus*; hieran schliesst sich dann die ostindische *L. auriculata* mit fiederschnittigem
Blatt. Diese Arten haben sämmtlich zweizeilige Blätter an sehr gestreckten wurzellosen Rhizomen,
die, wenigstens bei *L. brachypus* von einem gestauchten bewurzelten Stamm entspringen. — An *L.*
auriculata schliessen sich wieder sehr nahe die mehrzeilig beblätterten ostindischen Arten mit fieder-
schnittigen Blättern, deren Fiedern nur am Vorderrande Sori tragen.

Die Rücksicht auf die Priorität hätte allerdings den für diese letzteren Arten von PRESL vorge-
schlagenen Namen *Cephalomanes* gefordert; da ich aber in VAN DEN BOSCH's Gattung *Lacostea* den Typus
erblicke, glaube ich diese Gelegenheit benützen zu können, um den sinnlosen Namen PRESL's auszu-
schalten.

Sect. 1. *Lacostea* VDB. em. *Folia disticha, integra linearia vel pinnatipartita v. pinnatisecta, pinnis inter-
dum pinnatipartitis, sori utraque latera occupantes. Species pleraeque occidentales.*

L. guianensis (STURM) VDB. — Guyana leg. SPRUCE Nr. 444, teste autore in herb. Monac; SPRUCE Nr. 443
et 872 herb. Monac.

L. tanaica (HOOK.). — SPRUCE Nr. 440 herb. Monac.

L. brachypus (KZE.) VDB. — HOOK. et GREV. Tab. 218. (*Trich. radicans*.) — MART. herb. fl. Bras. Nr.
388. SPRUCE Nr. 442.

L. Ankersii (PARK). VDB. — HOOK. et GREV. Tab. 201.

L. auriculata (BL.) — VDB. Hym. Jav. Tab. 25 (*Cephalomanes*). — Java: KURZ Nr. 27 herb. Monac.

Sect. 2. *Cephalomanes* PRESL, VDB. excl. spec. — *Folia polysticha pinnatisecta, sori latus superius pin-
narum occupantes. Species orientales.*

L. javanica (BL.). — VDB. Hym. Jav. Tab. 22. — Java: KURZ Nr. 738 (*Trich. Zollingeri*). Herb. Monac.

L. Boryana (KZE. Farrnkr. Tab. 97).

L. Singaporiana (VDB. Syn. *Cephalomanes* N. 6). HOOK. et GREV. Tab. 240.

L. Zollingeri (VDB. Hym. Jav. Tab. 23).

L. rhomboidea (J. Sm.). — VDB. Hym. Jav. Tab. 24.

Fam. 3. *Trichomaneae*.

5. *Gonocormus* VDB. em.

Trichomanis spec. PRESL Hym. — Aut. — *Trichomanis* spec. 4—10 VDB. Syn. — *Gonocormus* et *Tricho-
manes*. ex p. VDB. Bijdr. p. 324 et 322. — *Trichomanes* § *Gonocormus* et § *Microtrichomanes* METTEN. Hym. p. 406
et 443.

*Folia disticha longe tenuissimeque petiolata, dichotome v. subpinnatim partita, margine glabra v. setoso-
ciliata, striis nullis; sori paratacti; indusii tubus campanulatus v. urceolatus immersus, limbus brevis;
fasciculus petioli tenerrimus monarchus. — Plantae humiles, tenerrimae, rhizomate tenuissimo radiculoso. —
Species pleraeque orientales.*

Die Gattung vermittelt die Anknüpfung der paratacten und anadromen Anordnung an die panto-

tacte dichotome. Scheinnerven oder Randstreifen fehlen vollständig. Die Theilung und Wiederholungsfähigkeit der Spindeln gibt sich schon in den ersten Anfängen zu erkennen.

Die Gattung *Gonocormus* VDB. war zunächst auf die Knospenbildung einiger Arten gegründet und erhielt daher auch den Namen. Ich vereinige damit noch die Section *Microtrichomanes* von METTENIUS und lasse, um Neuerungen zu vermeiden, den Namen *Gonocormus* für die veränderte Gattung bestehen.

Sect. 1. *Gonocormus* VDB. (*Trichomanis* sp. 9 et 10. Syn.). *Petiolus vel rhachis antice prolifer; folia margine glabra; indusii tubus latitudine limbi longior; paleae peltatae.* — Species orientales.

G. prolifer (BL.) VDB. Hym. Jav. Tab. 6. (*G. palmatus*). Hook. Spec. fil. Tab. 39 B. — Java: leg. KURZ Nr. 362, 734, 746 herb. Monac.

G. minutus (BL.) VDB. Hym. Jav. Tab. 3.

G. diffusus (BL.) VDB. Hym. Jav. Tab. 4.

G. Teysmani VDB. Hym. Jav. Tab. 5.

Sect. 2. *Microtrichomanes* METT. (*Trichomanis* spec. 4—8 VDB. Syn.) *Folium non proliferum, margine saepe ciliatum; indusii tubus latitudinem limbi vix superans; paleae rectae.* — Species (exc. prima) orientales.

G. digitatus (Sw.). — Hook. et GREV. Tab. 33. — Herb. Monac.

G. nitidulus (VDB.). — VDB. Hym. Jav. Tab. 15. — Java: leg. KURZ Nr. 59 ex p.

G. dichotomus (KZE.). — VDB. Hym. Jav. Tab. 16. — Java: leg. KURZ Nr. 59 ex p.

G. palmatifidus (C. MÜLL.). — VDB. Hym. Jav. Tab. 14.

G. flabellatus (VDB.). — VDB. Hym. Jav. Tab. 13.

6. *Trichomanes* L. em.

Trichomanes Aut. excl. spec. — *Trichomanes* excl. spec., *Abrodictyum*, *Didymoglossi* spec. PRESL Hym. — *Trichomanis* spec. plurimae, *Didymoglossi* spec. 41—15 VDB. Syn. — *Trichomanes* (excl. spec. 4—8 Syn.), *Didymoglossum*, *Crepidomanes*, *Phlebiophyllum*, *Habrodictyon*, *Craspedoneuron*, *Davalliopsis* VDB. Bijdr.

Folia disticha vel polysticha pinnatipartita vel repetito-pinnatipartita v. pinnatisecta, nervis anadromis, margine glabra, saepe striata; sori paratacti; indusii tubus campanulatus vel cylindricus, limbus nullus vel brevis v. profunde bilabiatus. — *Plantae humiles vel elatae, rhizomate saepe rhizinis oblecto (radicibus rarioribus) vel glabro radicante, foliis plerumque longe petiolatis, lamina fere semper repetito-partita.* — Species orientales et occidentales.

Die Gattung umfasst einen reichen Formenkreis, der sich durch die ausgesprochene Fiederung, stärkeren Habitus von der vorigen Gattung unterscheidet. Die allmählich von Species zu Species fortschreitende Entwicklungsreihe gestattet die Trennung in zwei oder mehrere Gattungen nicht. In anatomischer Beziehung schreitet die Differenzierung in ähnlicher Weise wie bei *Ptilophyllum* vor; der Strang des Stammes wird mächtig und enthält dann sehr zahlreiche Gefässe; im Blattstiel wird der Strang (wie bei *Ptilophyllum pinnatum*) bei Sect. *Davalliopsis* triarch mit Holzzellen.

A. Minora. *Petiolus tenuis, fasciculo sectione transversa ovali monarcho, rhizomatis tenuis, folia semper disticha.*

Sect. 1. *Crepidomanes* PRESL em. (*Trichom.* sp. 48—50; 51—60? VDB. Syn.) *Folia repetito-partita, laciniis margine saepe striatis, rhizoma dense rhizinis oblectum. Indusii limbus brevis.*

Eine Ausnahme von der paratacten Stellung des Sorus scheint bei *T. intramarginale* vorzukommen (pantotact).

a) Orientales. *Folia saepissime striata, paleae peltatae* (Crepidomanes VDB. Bijdr. Trichom. spec. Nr. 48—50; 52 et 53).

T. humile FORST. — VDB. Hym. Jav. Tab. 44. — Java: KURZ Nr. 725 (Hymenophyllum spec.) herb. Monac.

T. Schmidianum ZENK. — TASCHNER Diss. Tab. I. Fig. 4. — India or.: herb. Monac. determ. METTEN.

T. intramarginale HOOK. et GREV. Tab. 224.

b) Occidentales. *Folia non striata, paleae rectae* (Trichomanis spec. 54—60? VDB. Syn., Bijdr.)

T. pyxidiferum L. — HOOK. et GREV. Tab. 206? — Brasilien: leg. MARTIUS determ. STURM herb. Monac. — GLAZIOU Nr. 949. 2250. 2254. 3479. 5243. (T. leptophyllum VDB., FÉE Crypt. vasc. p. 188). Die Synonymik vermag ich nicht festzustellen.

T. emarginatum PRESL. Epim. bot. Taf. 5 B. — Brasilien: leg. MARTIUS, determ. STURM in herb. Monac.; GLAZIOU Nr. 2052. (T. pyxidiferum Fée l. c.).

Sect. 2. Didymoglossum PRESL. em. VDB. (N. 44—45 Syn.) *Folia repetito-partita, margine striata; indusii limbus profunde bilabiatus; rhizoma rhizinis obtectum; paleae peltatae*. — Species orientales.

Die Arten stimmen in Allem übrigen so mit der vorigen Section überein, dass die Abtrennung als Gattung wegen der Lippen des Indusiums höchst unnatürlich erscheint.

T. Filicula BORY. — VDB. Hym. Jav. Tab. 26. — Mauritius: leg. BOJER; Java: I. KURZ Nr. 745, herb. Monac.

T. capillatum TASCHN. Diss. Tab. I. Fig. 2. — VDB. Hym. Jav. Tab. 28. — Ostindien: WIGHT Nr. 3442 ex p. herb. Monac.

T. bilabiatum N. et BL. — VDB. Hym. Jav. Tab. 27 (Did. laxum).

Sect. 3. Craspedoneuron VDB. Bijdr. (Trichom. spec. 44—47 Syn.) *Folia repetito-partita, margine striata, nervis dilatatis, plerumque pilosa; rhizoma rhizinis destitutum, creberrime radicans, paleis rectis persistentibus pilosum; indusii limbus brevis*. — Species orientales.

T. album BL. — VDB. Hym. Jav. Tab. 7. — Java: leg. KURZ Nr. 737 in herb. Monac.

T. pallidum BL. — VDB. Hym. Jav. Tab. 8. — Java: leg. KURZ Nr. 356 in herb. Monac.

T. Braunii VDB. Hym. Jav. Tab. 9.

T. glaucofuscum HOOK. Spec. fil. tab. 40 A.

Sect. 4. Phlebiophyllum VDB. Bijdr. (Trichomanis spec. 412 Syn.) *Folia pinnata, pinnis plerumque indivisis, margine non striatis; indusii limbus brevis; paleae rectae; rhizoma rhizinis obtectum*. — Species unica orientalis.

Diese Art bildet den einzigen Fall eines wahren Trichomanes mit ungetheilten von Tertiärnerven durchzogenen Fiedern; die Wiederholungsfähigkeit wird durch einzelne sehr kräftige Exemplare bewiesen.

T. venosum RBR. — Tasmania: leg. GUNN. ex herb. HOOK.; Neu-Seeland leg. HÜGEL: herb. Zuccar. (»T. axillare n. sp.«) in herb. Monac.

B. Maiora. *Petiolus plerumque firmus, fasciculo sect. transv. triangulari diarcho vel tri-tetrarcho, folia saepe polysticha.*

Sect. 5. Leptomanes. (Trichomanis spec. N. 64—66, 444 VDB. Syn. incl. Abrodictyon PRESL, VDB. Bijdr.) *Folia tenera laciniis angustissimis margine non striata, petiolus admodum debilis*. — Species pleraeque occidentales.

T. tenerum SPR. — Brasilien: leg. RIEDEL (T. angustatum) herb. Monac.; GLAZIOU Nr. 1716, 2249, 4452 (= T. Schiedeanum Fée l. c. p. 188).

T. Schiedeanum C. MÜLL. — Jalapa: BEYRICH in herb. Monac.

T. trichoideum SW. — Specim. orig.; Panama: leg. TRESCH in herb. Monac.

T. exsectum KZE. Analect. tab. 29. fig. 2.

T. Smithii HOOK. — (Abrodictyon Cumingii PRESL. Hymen. Tab. 7. figura mala.) VDB. Hym. Jav. Tab. 42.

Sect. 6. Eutrichomanes. (Trichomanis spec. VDB.) *Folia di- vel polysticha, lamina triangulari v. lanceolata longius petiolata; fasciculus petioli diarchus triangularis; paleae peltatae*. — Species orientales et occidentales, una europaea.

T. speciosum Willd. (*T. radicans* Aut. nec Sw.) — Irland, Madeira: herb. Monac.

T. firmulum Presl. — Brasilien: GLAZIOU Nr. 3178.

T. maximum Bl. — VDB. Hym. Jav. Tab. 48. — Java: KURZ Nr. 733 in herb. Monac.

T. longisetum Bory. — VDB. Hym. Jav. Tab. 21. — Java: KURZ Nr. 737, herb. Monac.

T. apiifolium Presl. — VDB. Hym. Jav. Tab. 49. — Java: KURZ Nr. 403, herb. Monac.

T. cellulosum Klotzsch. — Spruce Nr. 873 (*T. anceps* var.). Determ. Sturm in herb. Monac.

Sect. 7. Lacosteopsis. *Folia disticha breviter petiolata vel fere sessilia, lamina lanceolata decrescente; paleae peltatae.* — Species occidentales.

Die hiehergehörigen Arten wurden für verwandt gehalten mit *Lacostea* VDB.; der wesentlichste Unterschied liegt in der Wiederholungsfähigkeit der Spindeln.

T. radicans Sw. (nec Aut.; = *T. repens* Schott apud Sturm fl. Bras. p. 264). — Brasilien: Martius herb. fl. Bras. Nr. 389. Jamaica: Wulfschlägel in herb. Monac. GLAZIOU Nr. 457. 458. 922. 1219. 1678. 2253. 3177.

T. Luschnathianum Presl. — GLAZIOU Nr. 459. 1647. 1715. 2254. 2255. 6409. Hievon ist *T. frondosum* Fée (l. c. p. 490. Tab. 68. Fig. 4. 2) nicht im Geringsten verschieden; vielleicht gehört auch *T. Luschnathianum* als Jugendzustand zu *T. radicans*?

Sect. 8. Selenodesmium. *Folia polysticha, lamina triangularis, petioli fasciculus sect. transv. semilunaris diarchus; paleae peltatae.* — Species orientales et occidentales.

T. rigidum Sw. — Specim. orig. in herb. Monac.; davon ist *T. Mandioccanum* Raddi, Sturm fl. Brasil. p. 267 nicht spezifisch verschieden. Brasilien: Martius, determ. Sturm in herb. Monac; GLAZIOU Nr. 456, 7033.

T. obscurum Bl. — VDB. Hym. Jav. Tab. 47. — Java: leg. Kurz Nr. 64 in herb. Monac.

T. elongatum Cunn. — Neu-Seeland: leg. Hügel, determ. Mettenius in herb. Monac.

Sect. 9. Davalliopsis (VDB. Bijdr., Trich. spec. N. 86—87 Syn.). *Folia polysticha maxima, longe petiolata, mesophylli stratis tribus; fasciculus petioli triangularis tri- (basi tetra-) archus, cellulas lignosas continens; paleae peltatae.* — Species occidentales.

T. Prieurii Kze. — Brasilien: Martius herb. fl. Bras. 387. GLAZIOU Nr. 3176 et 3588.

Tribus II. Hymenophylloideae.

Das Material erlaubte mir nicht, die Hymenophylloideen in derselben Weise, wie die Trichomanoideen systematisch zu sichten; einmal fehlten mir gerade die einfachsten Formen (*Hymenophyllum marginatum*, *cruentum*); andererseits ist die Differenzierung verschiedener Typen hier nicht in der scharfen Weise eingetreten, wie bei den Trichomanoideen; die Formen stehen sich alle näher; es ist hiemit begreiflich, dass die Abgrenzung von Sectionen und Gattungen wegen der Existenz vermittelnder Formen nicht ohne die ausführlichste Kenntniss sämtlichen vorhandenen Materials möglich ist, eine Arbeit, der ich mich deshalb nicht unterzog, eben weil bei der wenig ausgesprochenen Verschiedenheit kein Resultat von allgemeinerer Bedeutung zu erwarten war. Dazu kommt noch die in einem heillosen Zustande befindliche Synonymik, deren Chaos ohne Benützung sämtlicher Original Exemplare nicht gesichtet werden kann und durch eine fragmentarische Bearbeitung, wie z. B. die Aufzählung von Fée Crypt. vasc. du Brésil (überhaupt eine der leichtfertigsten Arbeiten) nur vermehrt wird.

7. Hymenophyllum Sm.

Hymenophyllum Aut. — Leptocionium, Myrmecostylum, Ptychophyllum, Hymenophyllum, Sphaerocionium et Hymenoglossum PRESL. Hym. — Hymenophyllum et Leptocionium VDB. Syn. — Hymenophyllum, Pachyloma, Hymenoglossum, Leptocionium et Diplöophyllum VDB. Bijdr.

Folia semper disticha, integra palmatinervia vel repetito-pinnatipartita v. pinnatisecta, nervis anadromis, nervis spuriis nullis, striis rarissimis; sori pantotacti vel fere paratacti, raro fere epitacti; indusii tubus limbo semper brevior, saepe nullus, limbus bilabiatus; sporangiorum cellulae aequales regulariter polyedricae; fasciculus petioli saepissime diarchus collateralis, rhizomatis tenuis. — Plantae variae magnitudinis, rhizomate rhizinis destituto, radicante; paleis rectis vel peltatis. — Species orientales et occidentales, una per totum orbem dispersa.

Die Stellung des Sorus ist im Allgemeinen pantotact; sie nähert sich (besonders bei § Leptocionium) sehr der paratacten; diese Arten bekommen durch die verhältnissmässig lange Indusienröhre und den sonstigen Habitus viel Aehnlichkeit mit Trichomanes Sect. Didymoglossum, von dem sie sich ausser den Wandungszellen der Sporangien durch die jenen gänzlich fehlende Zähnung des Randes unterscheiden.

§ 1. Leptocionium VDB. *Indusii tubus limbo brevior, plerumque cristatus, labia denticulata; receptaculum filiforme exsertum; foliorum margo serratus; sori plerumque paratacti.*

H. Neesii BL. — VDB. Hym. Jav. Tab. 30. Java: leg. KURZ Nr. 724.

H. Kurzii n. sp. ab omnibus affinibus mihi notis differt: Soris in apice rhachidis primariae et secundariae superiorum dispositis, rhachi angustissime integerrimeque alata, laciniis ultimis tantum serratis, indusii labiis vix denticulatis. Die Art stimmt sicher mit keiner der von VAN DEN BOSCH Hym. Jav. aufgeführten überein, könnte also nur mit einer polynesischen, deren ich wenige kenne, identisch sein. Java: leg. KURZ N. 720. 722. 293 in herb. Monac.

H. tunbridgense SW. — Madeira in herb. Monac.

H. pedicellatum KZE. — Pinchincha pr. Quito leg. M. WAGNER, determ. METTENIUS in herb. Monac.

H. fucoides SW. — GLAZIOU Nr. 4448.

H. magellanicum W. — GLAZ. Nr. 3594, 4449 findet hier seinen Platz wegen der Zähnung des Randes; die Stellung der Sori stimmt mit H. polyanthos überein.

H. Zollingeri KZE. — VDB. Hym. Jav. Tab. 50. Java: leg. KURZ N. 2308. 740. 739. 359 hat ganzrandige Blattabschnitte, während Form und Stellung des Indusiums mit Leptocionium übereinstimmt.

§ 2. Glabra. *Indusii tubus brevis vel subnullus, receptaculum breve filiforme, plerumque inclusum; margo foliorum glaber integerrimus; sori ex pantotactis paratacti.*

H. polyanthos SW. — Brasilien determ. STURM in herb. Monac.

H. clavatum SW. — Brasilien MARTIUS, determ. KZE. in herb. Monac.

H. Martii STURM. — Specim. orig. in herb. Monac.

In die nächste Verwandtschaft dieser Arten gehören folgende von GLAZIOU ausgegebenen Nummern: 920. 1714. 2050. 2261. 2262. 2271. 3349. 3351. 3590. 3596. 4445. 4446. 4447. 5236. 5239. 7273.

H. pycnocarpum VDB. Hym. Jav. Tab. 37. — Java: leg. KURZ. Nr. 357. 360. 368 (H. gracile).

H. eximium KZE. — VDB. Hym. Jav. Tab. 46. — Java: leg. KURZ. Nr. 2069 (H. imbricatum).

H. erosum BL. — VDB. Hym. Jav. Tab. 43. — Java: leg. KURZ.

H. productum KZE. — VDB. Hym. Jav. Tab. 45. — Java: leg. KURZ. Nr. 744. (H. sp.)

H. brevifrons KZE. — SPRUCE Nr. 383 determ. STURM in herb. Monac.

H. rarum BR. — Tasmania ex herb. Hook. in herb. Monac.

H. flabellatum LAB. — Tasmania ex herb. Hook. in herb. Monac.

H. imbricatum KZE. — Specim. orig. in herb. Monac.

§ 3. *Globosa.* *Glabris similia differunt receptaculo globoso-incrassato vel dilatato.*

H. Junghuhnii VDB. Hym. Jav. Tab. 49. — Java: leg. KURZ. Nr. 71. 358. 726. 727 (*H. integrum*).

H. caudiculatum MART. — herb. Monac; GLAZIOU Nr. 2257 et 5241.

H. dilatatum SW. — Südsee: leg. FORSTER in herb. Monac.

H. spec. »*H. javanicum*«. Herb. Sikkimense ANDERSON N. 1424 in herb. Monac.

§ 4. *Pilosa.* *Indusii tubus nullus; foliorum indusiique margo pilis fere semper stellatis obsitus.*

A. *Ciliata.* *Pili solummodo marginem et nervos occupantes, mesophyllum glabrum.*

a) *Rhachis inferne nuda.*

H. lineare SW. — Specim. orig. in herb. Monac.

H. elegans STURM, KZE. — LECHLER pl. peruv. Nr. 2420.

Dieser Gruppe gehören ferner an: GLAZIOU Nr. 1712. 2263. 2264. 3591. 4451.

b) *Rhachis alata.*

H. ciliatum AUT.

H. hirtellum STURM.

GLAZIOU Nr. 1713. 2266. 2267. 2268. 2269. 2270. 4441. 4442. 4671. 4672. 5238. 7272.

c) *Rhachis crispato-alata.*

GLAZIOU Nr. 3347. 3348. 3593.

B. *Hirsuta.* *Pili marginem nervos et mesophyllum occupantes.*

H. hirsutum SW. — Specim. orig.

H. Raddianum STURM.

GLAZ. Nr. 2265. 3180. 3592. 4670. 6410. — 2467. 3346. 3589. 4450. 5237.

C. *Plumosa.* *Nervi lamelligeri, mesophyllum papillosum.*

H. speciosum VDB. — LECHLER pl. peruv. Nr. 2246.

H. plumosum KAULF. teste STURM et KZE. in herb. Monac.

GLAZ. Nr. 4444. 6411.

Endlich seien noch diejenigen mir nicht zu Gebote stehenden Arten angeführt, welche als Typen besonderer Gattungen aufgestellt wurden. Ich muss es Anderen überlassen, deren systematische Stellung zu beurtheilen:

Trichomanes Mougeotii VDB. (*Maschalosorus* VDB. Bijdr.)

Trichomanes caespitosum Hook. (*Serpyllopsis* VDB. Bijdr.)

Hymenophyllum cruentum Cav. (*Hymenoglossum* PRESL, VDB. Bijdr.)

Hymenophyllum marginatum Hook. et GREV. (*Pachyloma* VDB. Bijdr.)

Die Familien und Tribus, in welche ich im Vorstehenden die sieben Gattungen eingetheilt habe, entsprechen den Entwicklungsreihen, wie ich sie im ersten Abschnitte erörtert habe. Eine scharfe Abgrenzung derselben lässt sich kaum mit Worten geben, wenigstens nicht so, dass derjenige, dem die Gattungen und Arten unbekannt sind, eine Art einzureihen im Stande wäre. In folgender Weise glaube ich deren Charaktere am besten ausdrücken zu können:

Tribus I. Trichomanoideae. *Indusium tubulosum, tubo limbum longitudine semper superante; sporangii cellulae paucae inaequales.*

Das Receptaculum ist stets fadenförmig cylindrisch, und überragt wohl immer das Indusium, trägt niemals Paraphysen.

Fam. 1. Cardiomaneae. *Folia integra reniformia nervis repetito-dichotomis, sori pantotacti.*

1. Cardiomanes.

Fam. 2. Ptilophylleae. *Folia raro integra palmatinervia, plerumque pinnatipartita; rhachides secundariae definitae; sori epitacti v. paratacti.*

2. Hemiphlebium.

3. Ptilophyllum.

4. Lacostea.

Fam. 3. Trichomaneae. *Folia palmatipartita v. pinnatipartita; rhachides secundariae indefinitae; sori paratacti.*

5. Gonocormus.

6. Trichomanes.

Tribus II. Hymenophylloideae. *Indusii tubus nullus vel limbo brevior; sporangii cellulae numerosae; aequaliter polyedricae; sori pantotacti, fere paratacti v. fere epitacti; nervi semper anadromi.*

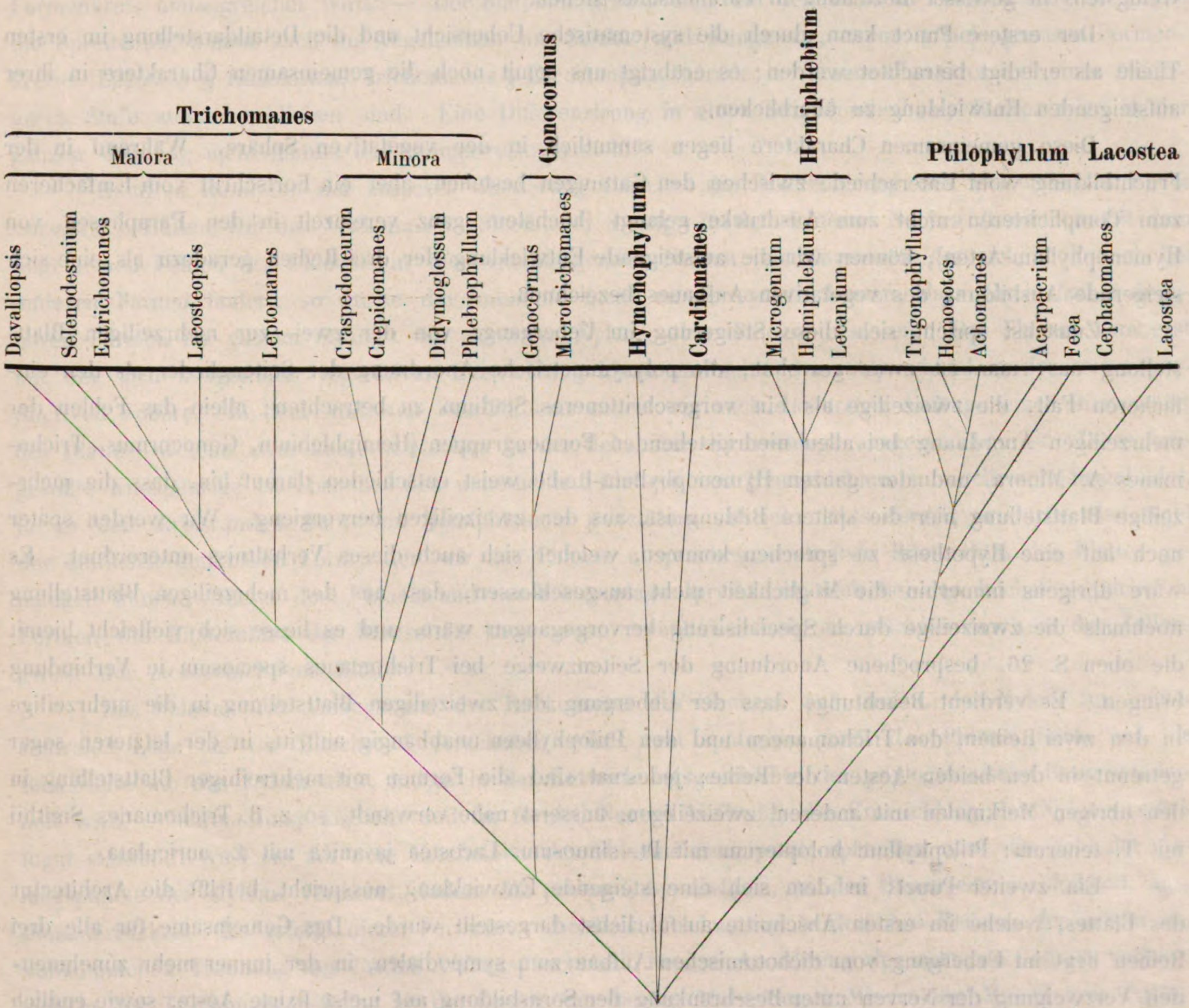
Die Nerven sind stets anadrom, Scheinnerven fehlen vollständig; die Stämme sind stets bewurzelt; an der Basis des Receptaculums finden sich bisweilen Paraphysen.

7. Hymenophyllum.

III.

Theoretische Schlussbetrachtungen.

Die im vorigen Abschnitte gegebene systematische Uebersicht der Hymenophyllaceen gestattet uns, im Zusammenhange mit den im ersten Theile dargestellten Resultaten ein ungefähres Bild zu entwerfen, welchen Weg die Entwicklung der einzelnen Formen gegangen sein mag. Sehen wir von der Gattung *Cardiomanes* ab, die in der Architectur des Blattes den einfachsten Typus bewahrt hat, aber in den



übrigen Charakteren bis jetzt wenigstens eine Anknüpfung an andere Formen nicht hat erkennen lassen, so finden wir durch die anderen Familien repräsentirt drei grosse Reihen, deren jede von einem niedrigen Standpunkte aus zum Vollkommeneren fortschreitet, wie diess in dem Stammbaume schematisch auszudrücken versucht wurde. Während eine, durch die Gattung *Hymenophyllum* repräsentirte, Reihe nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse eine weitere Gliederung nicht gestattet, sehen wir die beiden anderen Reihen, die *Trichomanes* und die *Ptilophylle*en sich in eine Anzahl stärkerer und schwächerer Aeste auflösen, deren letzte Zweige uns die Gattungssectionen vorstellen, ihrer genetischen Zusammengehörigkeit entsprechend, zu Gattungen zusammengefasst.

Wenn wir das gegenseitige Verhältniss und die Entwicklung der Reihen betrachten, so müssen wir zwei Momente auseinanderhalten, nemlich:

- 1) die Differentialcharaktere der Reihen, d. h. diejenigen, in denen sich ihre Divergenz ausspricht, welche als systematische Merkmale Verwendung finden, und
- 2) die gemeinsamen Charaktere, welche in mehreren Reihen gleichmässig eine Steigerung erfahren, wenigstens in gewisser Beziehung in Parallelismus stehen.

Der erstere Punct kann durch die systematische Uebersicht und die Detaildarstellung im ersten Theile als erledigt betrachtet werden; es erübrigt uns somit noch die gemeinsamen Charaktere in ihrer aufsteigenden Entwicklung zu überblicken.

Diese gemeinsamen Charaktere liegen sämmtlich in der vegetativen Sphäre. Während in der Fruchtbildung wohl Unterschiede zwischen den Gattungen bestehen, aber ein Fortschritt vom Einfacheren zum Complicirteren nicht zum Ausdrucke gelangt (höchstens ganz vereinzelt in den Paraphysen von *Hymenophyllum*-Arten), können wir die aufsteigende Entwicklung der drei Reihen geradezu als eine sich steigernde Ausbildung des vegetativen Aufbaues bezeichnen.

Zunächst spricht sich diese Steigerung im Uebergange von der zwei- zur mehrzeiligen Blattstellung aus; man ist zwar gewohnt, die polysymmetrische Anordnung der Seitenglieder als den einfacheren Fall, die zweizeilige als ein vorgeschrittenes Stadium zu betrachten; allein das Fehlen der mehrzeiligen Anordnung bei allen niedrigstehenden Formengruppen (*Hemiphlebium*, *Gonocormus*, *Trichomanes* A. Minora) und der ganzen *Hymenophyllum*-Reihe weist entschieden darauf hin, dass die mehrzeilige Blattstellung hier die spätere Bildung ist, aus der zweizeiligen hervorgieng. Wir werden später noch auf eine Hypothese zu sprechen kommen, welcher sich auch dieses Verhältniss unterordnet. Es wäre übrigens immerhin die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass aus der mehrzeiligen Blattstellung nochmals die zweizeilige durch Specialisirung hervorgegangen wäre, und es liesse sich vielleicht hiemit die oben S. 26. besprochene Anordnung der Seitenzweige bei *Trichomanes speciosum* in Verbindung bringen. Es verdient Beachtung, dass der Uebergang der zweizeiligen Blattstellung in die mehrzeilige in den zwei Reihen, den *Trichomanes* und den *Ptilophylle*en unabhängig auftritt, in der letzteren sogar getrennt in den beiden Aesten der Reihe; jedesmal sind die Formen mit mehrreihiger Blattstellung in den übrigen Merkmalen mit anderen, zweizeiligen, äusserst nahe verwandt, so z. B. *Trichomanes Smithii* mit *T. tenerum*; *Ptilophyllum holopterum* mit *Pt. sinuosum*, *Lacostea javanica* mit *L. auriculata*.

Ein zweiter Punct, in dem sich eine steigende Entwicklung ausspricht, betrifft die Architectur des Blattes, welche im ersten Abschnitte ausführlichst dargestellt wurde. Das Gemeinsame für alle drei Reihen liegt im Uebergang vom dichotomischen Aufbau zum sympodialen, in der immer mehr zunehmenden Verzweigung der Nerven unter Beschränkung der Sorusbildung auf meist fixirte Aeste, sowie endlich

in der steigenden Differenzirung von Spreite und Stiel. Es liegt nahe, als die einfachste Form des Blattes ein vollkommen ungetheiltes, nur von einem Mittelnerven durchzogenes Blatt anzunehmen, eine Form, welche wahrscheinlich in den niedrigsten Hymenophyllum-Arten wirklich existirt. In den schon etwas vorgeschrittenen Formen durchläuft die individuelle Entwicklung bis zu einem gewissen Grade die phylogenetischen Vorstufen: es drückt sich diess schon in der rundlich fächernervigen Gestalt der sterilen Blätter mancher Hemiphlebien (z. B. *H. Hookeri*) aus, sowie in der annähernd rein dichotomischen Verzweigung schwächerer Blätter von *Gonocormus*; junge Pflanzen von *Ptilophyllum sinuosum*, *Lacostea brachypus* gleichen auffallend manchen Hemiphlebien; die Blätter junger Pflanzen von *Ptilophyllum Bancroftii* sehen denen der übrigen Ptilophyllen ähnlicher, als die stärkeren. Weitere Beispiele vermag ich aus dem Bereiche der Hymenophyllaceen nicht beizubringen; doch zeigen die Keimpflanzen der anderen Farne dieselbe Erscheinung; auch schwächliche Sprosse beginnen oft mit einfacheren, den sog. Primordialblättern der Keimpflanzen ähnlichen Blättern. Es leuchtet ein, dass mit der zunehmenden Ausbildung des Blattes auch der alsdann in der individuellen Entwicklung zu durchlaufende Formenkreis umfangreicher wird. — Der Blattstiel grenzt sich bei den höheren Formen schärfer gegen die Spreite ab, nimmt auch im Allgemeinen an Stärke und Länge zu, wenn gleich gewisse Formenkreise (*Lacostea* § *Eulacostea*, *Trichomanes* § *Lacosteopsis*) gerade in diesem Charakter auf einer niedrigeren Stufe stehen geblieben sind. Eine Differenzirung in einen Scheidentheil des Blattes wird in der ganzen Ordnung nicht einmal andeutungsweise erreicht.

Hand in Hand mit der äusseren Gliederung schreitet die Differenzirung des anatomischen Baues vorwärts. Halten wir das Vorkommen phloemloser Stränge in den feineren Nerven zusammen mit dem allgemeinen Fehlen des Phloems in den fruchttragenden Nerven (ein Charakter, der sich auch noch bei anderen Farnen findet), so dürfte die Annahme nicht zu gewagt erscheinen, dass die einfachst denkbaren Formen im ganzen Strange nur centrales Xylem, ohne Phloem besaßen. Das Phloem kam erst mit der sich steigernden vegetativen Entwicklung hinzu und fehlt dementsprechend in der rein reproductiven Sphäre. In dem Auftreten des Phloems sehen wir auch die ersten Anfänge einer Bilateralität des Blattes, welche zwar äusserlich schon in der bekannten Knospenlage ausgesprochen ist. Diese eingerollte Knospenlage ist aber bei den ungetheilten Blättern von *Hemiphlebium* nur schwach ausgebildet, ja an dem kreisrunden Blatt von *Hemiphlebium punctatum* sah ich nichts derart; es dürfte also wohl der einfachst denkbaren Form, der wir das Phloem absprachen, auch jede Bilateralität des Blattes gemangelt haben. Ausser dem Phloem und der Knospenlage spricht sich auch bei den höchst entwickelten Formen die Bilateralität der Blattseiten kaum aus, verhältnissmässig am stärksten noch in der Zellen-grösse der mehrschichtigen Blätter.

Das Phloem tritt Anfangs auf der Rückenseite des Stranges auf, indem das Xylem aus seiner centralen Lage auf die Bauchseite verschoben wird; erst späterhin greift das Phloem auch auf die Bauchseite um das Xylem über, indem in der Entwicklungsgeschichte der phylogenetische Gang wiederholt wird. Während ursprünglich (und im fertilen Nerven bleibend) die Entwicklung des Xylems centrifugal stattfand, wird sie mit dem Erscheinen des Phloems centripetal; späterhin wird die Zahl der Anfangspunkte des Xylems vermehrt, indem die primordialen Gefässe, an der Bauchseite verbleibend, auseinanderücken. Es erfolgt dieser Fortschritt ebenfalls gleichmässig in den drei Reihen; der Schritt der vollkommenen Trennung der beiden Anfangspunkte mit bogiger Anordnung der späteren Gefässe vollzieht sich in der Trichomaneen-Reihe an der Grenze der beiden Abtheilungen *Minora* und *Maiora* von *Tricho-*

manes, in der Ptilophylleenreihe zwischen Hemiphlebium einerseits und Ptilophyllum und Lacostea andererseits. In beiden Reihen erfolgt aber noch eine weitere Differenzirung: das ganz unvermittelte Auftreten eines dritten Anfangspunctes an der Dorsalseite bei Trichomanes § Davalliopsis und bei Ptilophyllum § Feea, womit auffallender Weise zugleich das Erscheinen einer neuen Zellform, der Holzzellen verbunden ist.

Im Stamme finden sich bei den einfachsten Formen (Hemiphlebium) die collateralen Blattspursstränge seitlich verschmolzen; bei höheren Formen tritt das Phloem als concentrischer Ring auf, aber die primordialen Gefäße liegen noch alle auf der Unterseite. Wiederum innerhalb der beiden Reihen der Ptilophylleen und Trichomaneen unabhängig voneinander erfolgt das Auftreten stammeigener Xylemanfänge, in ersterer an der Grenze von Hemiphlebium einerseits und Ptilophyllum und Lacostea andererseits, in letzterer an der Grenze der Minora und Maiora von Trichomanes. In der Hymenophyllumreihe scheint dieser complicirte Typus zu fehlen.

Man könnte versucht sein, betreffs der allerersten Differenzirung des Stranggewebes noch weiter zurückzugehen und in den Scheinnerven die Ueberreste der allerprimitivsten Stränge, die nur auf eine einzige Zellreihe reducirt wären, vermuthen. Allein dagegen sprechen gewichtige Gründe: Zunächst fehlt entwicklungsgeschichtlich jeder Anhaltspunct zum Vergleich des inneren Baues, der inneren Ausbildung zwischen wahren und Scheinnerven, letzteren fehlt durchgehends die Wand *m*, welche stets die Differenzirung der wahren Nerven einleitet und diese auch in die engste Verbindung mit der Entwicklung des Sorus setzt. Es fällt dieser Umstand um so mehr ins Gewicht, als diese Wand *m* nicht etwa zur weiteren Ausbildung des Stranggewebes, das sie stets mitten durchsetzt, in Beziehung steht; es erscheint desshalb unannehmbar, dass sie erst nachträglich mit einer etwaigen Differenzirung der centralen Zellreihe des Scheinnerven zum Stranggewebe aufgetreten wäre; es müssten dann auch entwicklungsgeschichtlich die beiden äusseren Wände (*r*) die älteren sein. Damit steht es auch im engsten Zusammenhange, dass ein Scheinnerv niemals einen Sorus trägt; wären die Scheinnerven als solche die ursprünglichen, so wäre nicht abzusehen, warum sie nicht auch als fertile auftreten sollten, nachdem, wie wir später noch sehen werden, die Fructification die primäre Aufgabe des Nerven gewesen sein muss. — Auch die sklerenchymatische Ausbildung der mittleren Zelle in den Scheinnerven spricht gegen jene Annahme; denn wir sehen schon bei den Moosen die ersten Versuche der Strangdifferenzirung in der Ausscheidung dünnwandigen, saftleitenden Gewebes, das auch bei den Hymenophyllaceen noch als »Procambium« entwicklungsgeschichtlich als das erste des Stranges erscheint, hierauf Gefäße, sodann Phloem, wie es die Wiederholung der Phylogenese verlangt. — Ich sehe vielmehr auch schon in den vollkommensten Scheinnerven von Hemiphlebium punctatum rudimentäre Ueberreste von wahren Nerven, die bei den Vorfahren die entsprechende Stelle eingenommen hatten.

An verzweigten Blättern greifen die Segmente höherer Ordnung in der Ausbildung der Stränge wieder auf die einfacheren Formen zurück. Der Fortschritt im Bau des Stranges trifft also immer nur den kräftigsten Theil des Blattes, erlischt mit der Abnahme des Längenwachsthums wiederum. — Dass das Mehrschichtigwerden des Mesophylls in sämtlichen Reihen isolirt auftritt, wurde schon oben S. 23 hervorgehoben.

Das im Vorstehenden betonte wiederholte Auftreten complicirteren Baues in den beiden Reihen der Ptilophylleen und Trichomaneen könnte Bedenken erregen gegen die Richtigkeit der hier vertretenen Auffassung der Reihen und der systematischen Eintheilung. Man könnte versucht sein, die Gattungen nach dem anatomischen Bau und der zwei- oder mehrzeiligen Blattstellung zu begründen, so dass dann

jede Gattung sowohl Formen der Trichomanen- als der Ptilophylleen-Reihe unserer Auffassung enthielte. Dagegen spricht aber am entschiedensten der bereits oben hervorgehobene Umstand, dass der Uebergang in diesen Charakteren meist sich zwischen Formen vollzieht, die sich in allen übrigen Puncten sehr nahe stehen; ich erinnere nochmals an *Ptilophyllum sinuosum* und *holopterum*, an *Trichomanes Prieurii* und *rigidum*, während bei anderer Auffassungsweise z. B. *Trichomanes Prieurii* mit *Ptilophyllum pinnatum*, oder *Trichomanes speciosum* mit *Ptilophyllum crispum* in dieselbe Gattung zusammenkämen. Es zeigt sich nicht bloss hier, sondern bei allen in Detail eingehenden vom Gesichtspuncte der Descendenztheorie geleiteten systematischen Untersuchungen, dass es schlechterdings unmöglich ist, ein Bild der phylogenetischen Entwicklung zu entwerfen unter der Annahme, dass jeder Charakter nur einmal auftreten könne, dass Formen, die in irgend einem Puncte miteinander übereinstimmen, desswegen direct von gemeinsamem Ursprunge abstammen müssten. Es drängt sich vielmehr die Ueberzeugung auf, dass neue Merkmale in den von einem Centrum ausstrahlenden Reihen gleichmässig, unabhängig voneinander auftreten können; wird diess für »untergeordnete« Merkmale (z. B. Blütenfarben, Haarbildungen) wohl von Jedem ohne Weiteres zugegeben, so sehe ich keinen Grund, dasselbe nicht auch für »wichtigere« Merkmale, hier speciell für die Differenzirung der Stränge in Anspruch zu nehmen. Ja es muss dasselbe auch für die allerwichtigsten Eigenthümlichkeiten pflanzlicher Organisation gelten; wer vermöchte z. B. die Differenzirung in Lang- und Kurztriebe (Stamm und Blatt) bei *Bryopsis*, *Callithamnion*, *Sphacelarien* auf einen gemeinsamen Stammvater zurückzuführen, bei dem diese Differenzirung zum ersten Male und nur dieses eine Mal stattgefunden hätte? Wer vermöchte die heterosporen Gefässkryptogamen von einem einzigen heterosporen Stammvater abzuleiten, von dem *Salvinia*, *Marsilia*, *Selaginella* und *Isoetes* abstammen sollten?

Wenn wir also in unserem Falle durch Abstraction von den Eigenthümlichkeiten der einzelnen Reihen und durch Zurückgehen auf den niedrigsten Ausbildungsgrad der gemeinsamen Merkmale eine ideale einfachste Hymenophyllaceenform construiren, welche als Stammvater der verschiedenen Reihen gelten soll, so müssen wir bei aller Einfachheit des Baues derselben doch schon eine bestimmte potentiell innewohnende Entwicklungsrichtung zuschreiben, welche ungeachtet aller Divergenz der einzelnen Zweige des Stammbaums, dennoch bei einer gewissen Höhe der Entwicklung in den verschiedenen Reihen gleichmässig zum Ausdruck gelangen musste, vorausgesetzt, dass die hiezu nöthige Höhe der Entwicklung von einer Reihe überhaupt erreicht wird; es ist letzteres z. B. für *Hymenophyllum* bezüglich der Differenzirung des Stranges nicht der Fall, wohl aber bezüglich des Mehrschichtigwerdens des Mesophylls. —

Versuchen wir die Construction des idealen gemeinsamen Stammvaters der Hymenophyllaceen wirklich auszuführen, so würden wir diesem einfachsten Typus folgende Eigenschaften zuschreiben müssen.

Zweizeilige Blattstellung; ungestielte einschichtige ungetheilte Blätter mit einem einzigen medianen, an der Spitze einen Sorus tragenden Nerven, dessen Strang ausser Cambiform nur centrales Xylem enthält; der Sorus mit röhrigem Indusium und wenig verlängertem Receptaculum.

Zwei Puncte müssen hiebei in Folge lückenhafter Kenntniss unerledigt bleiben; zunächst das Vorkommen und die etwaige Anordnung der Wurzeln, worüber wir in Betreff der niedrigsten wirklich existirenden Formen nichts wissen, sowie ferner der Bau des Prothalliums. In letzterer Beziehung steht

so viel fest, dass die Pflanze der ersten Generation in Lang- und Kurztriebe differenziert sein muss, jedenfalls auf einem höheren, mit dem Aufbau der Moospflanze leichter vergleichbaren Standpunkte der Organisation steht, als bei den übrigen Farnen.

Wir gelangen nunmehr zur letzten Aufgabe, nemlich zu untersuchen, ob sich eine Vorstellung über den Gang der morphologischen Differenzirung an der Grenze zwischen Moosen und Farnen gewinnen lässt, und zwar soll hier nur die Pflanze der zweiten Generation berücksichtigt werden. Es scheint hiefür allerdings wenig Aussicht vorhanden zu sein, nachdem schon in der einfachst denkbaren Hymenophyllaceenpflanze die Differenzirung in Stamm und Blatt (vielleicht auch Wurzel) vollkommen vollzogen ist. Doch glaube ich einige Vergleichspunkte zwischen der Moosfrucht und der Farnpflanze namhaft machen und durch hypothetische Annahmen weiter verwerthen zu können. Es leuchtet sofort ein, dass wir als Ausgangspunkt für die Entwicklung der Gefässpflanzen nicht die am höchsten entwickelten Moosfrüchte, die der Laubmoose vermuthen dürfen, sondern vielmehr Gebilde, welche auf einer sehr niedrigen Organisationsstufe stehend einerseits die Stufenreihe der verschiedenen Moosfrüchte, andererseits gegliederte Pflanzen aus sich hervorgehen lassen konnten; wir werden somit die Vergleichspunkte bei den niedrigsten Lebermoosen, *Riccia*¹⁾, *Blasia*²⁾, zu suchen haben und werden durch die an den Hymenophyllaceensorus erinnernde Differenzirung der Kapsel auch auf *Anthoceros*³⁾ hingewiesen.

Der fundamentalste Unterschied zwischen diesen Moosfrüchten und der einfachst denkbaren Farnpflanze liegt darin, dass erstere in sich abgeschlossene Gebilde sind, die selbst in den allerersten Entwicklungsstadien nur ganz schwache Andeutungen von Längenwachsthum zeigen, dass selbst die Differenzirung bei *Anthoceros* erst durch nachträgliche Theilungen, nicht durch Anlage an der Spitze erfolgt, während letztere unbegrenzt in die Länge wächst und seitliche Gebilde erzeugt. Wir müssen also, wenn wir uns einen Uebergang vom einen zum anderen vorstellen wollen, zunächst eine Verzweigung der Moosfrucht voraussetzen und ferner in Berücksichtigung dessen, dass die Sporenbildung bei den Farnen ausschliesslich auf die Blätter beschränkt ist, die begrenzten Seitenzweige als die sporenbildenden Organe betrachten. Wir würden uns somit einen unbegrenzt fortwachsenden monopodial verzweigten Stiel vorstellen, dessen Zweige die Kapseln tragen. Es handelt sich nun zunächst darum, ob sich Vergleichspunkte zwischen der Kapsel und dem terminal am Seitengebilde stehenden Sorus finden lassen. Wie ich glaube, lässt sich in der That der Hymenophyllaceen-Sorus mit der *Anthoceros*-Kapsel vergleichen. In beiden finden wir einen centralen Gewebestrang (*Receptaculum-Columella*), umgeben von der sporenbildenden Schichte (im Sorus die oberflächliche Schicht des *Receptaculum*s einschliesslich der daraus hervorgehenden Sporangien) sowie die äussere Umhüllung (*Indusium*-Kapselwand). Es fällt zunächst auf, dass die Kapsel von *Anthoceros* von Anfang an geschlossen, sich lediglich im Innern

1) F. KIENITZ-GERLOFF, Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Lebermoos-Sporogoniums. Botan. Zeit. 1874, p. 165. Taf. III., Fig. 1—6.

2) H. LEITGEB, Untersuchungen über die Lebermoose. 1. Heft. *Blasia pusilla*. Jena 1874, p. 48f. Taf. III. Fig. 1—12.

3) Hr. Professor LEITGEB hatte die besondere Freundlichkeit, mir seine noch nicht publicirten Resultate und Zeichnungen über die Entwicklung der *Anthoceros*-Frucht mitzutheilen, wofür ich ihm meinen aufrichtigsten Dank ausspreche.

differenziert, während der Sorus der Hymenophyllaceen oben offen ist, sich durch freies Hervorwachsen der beiden Haupttheile entwickelt, ja sogar der im fertigen Zustande allseitig geschlossene Sorus der sicher nahe verwandten *Salvinia* eben so entsteht, sich erst nachträglich schliesst¹⁾. Wir brauchen uns aber nur vorzustellen, dass die ersten Theilungen, welche zur Anlage des Sorus führen, nicht in den Randzellen stattfinden, sondern wie bei der Entwicklung der sterilen Nerven nur in den Binnenzellen, so ist die Analogie bereits grösser. Nachdem wir bereits oben S. 37 das Indusium als Fortsetzung der Rinde betrachtet hatten, können wir nunmehr umgekehrt die ganze Ausbildung des Nervengewebes als eine vegetative Ausbildung des ursprünglich nur zur Fruchtbildung bestimmten Seitengebildes auffassen. Ursprünglich wäre ein der *Anthoceros*-Kapsel sehr ähnliches Gebilde als »Blatt« an der Hauptaxe gestanden, das allmählich ein gesteigertes Längenwachsthum erfuhr und sich dabei in einen unteren sterilen, vegetativen Theil, den Blattnerven (nebst Mesophyll), und einen oberen Theil, den Sorus, sonderte, in dem nunmehr die Sporenbildung ausschliesslich stattfand. Mit dieser Differenzirung in sterilen und fertilen Theil mag nun auch die Entwicklung des letzteren auf die Randzellen übergegangen sein. — Wie schon in der *Anthoceros*-Kapsel zwischen Sporenmutterzellen noch andere sterile Zellen, die Elateren zur Ausbildung gelangen, so finden sich auch am Receptaculum oberflächliche Zellen, welche keine weitere Veränderung erfahren; ferner wird die Oberflächenzelle hier nicht direct zur Sporenmutterzelle, sondern zur Sporangienmutterzelle, indem sie zuerst Wandzellen nach aussen abscheidet und sodann noch weitere Theilungen im Innern erfährt, deren letztes Resultat Sporenmutterzellen sind. — Es bestehen allerdings erhebliche Unterschiede in der Entwicklungsgeschichte zwischen der Differenzirung der *Anthoceros*-Kapsel und dem Hymenophyllaceen-Sorus; allein wie ich glaube, wird die unten zu erörternde Hypothese über die Entwicklung des Embryos diese Bedenken heben. — Die hier entwickelte Auffassung würde voraussetzen, dass ursprünglich nur fertile Blätter vorhanden waren, und sterile erst später hinzukamen, eine Voraussetzung, für deren Richtigkeit verschiedene Gründe sprechen. Zuvörderst muss ja, wenn die Farnpflanze der Moosfrucht gleichwerthig ist, ursprünglich die Sporenbildung ihre Hauptthätigkeit gewesen sein; ferner sehen wir in der That in der fortschreitenden Gliederung des einzelnen Blattes die Fructification sich immer mehr auf bestimmte Zweige desselben specialisiren; es liegt daher ausserordentlich nahe, auch für die Gesammtheit der Blätter ein allgemeines Fructificiren anzunehmen, das erst im weiteren Verlaufe auf bestimmte Blätter beschränkt wurde.

Ein weitergehender Vergleich der Moosfrucht mit der Farnpflanze in ihrer einfachst denkbaren Gestalt kann sich nur auf die ersten Theilungen in den Embryonen gründen, ein Vergleich der deswegen sehr misslich ausfallen muss, weil wir die Embryonen weder der Hymenophyllaceen, noch der anderen Farne genau kennen. Zunächst nehme ich nun hypothetisch an, der Embryo der Hymenophyllaceen stimme in den ersten drei Theilungen (aber keinenfalls weiter) mit den im äusseren Aufbau ähnlichen *Salvinia* und *Marsilia* überein, über welche wir glücklicherweise gut unterrichtet sind. Vergleichen wir nun den Embryo dieser *Rhizocarpeen* mit dem der niedrigen Lebermoose, so tritt als gemeinsames Moment die Halbiring durch eine Wand hervor, welche bei den meisten Lebermoosen senkrecht zur Archegoniumaxe steht, bei den *Rhizocarpeen* annähernd in dieselbe fällt, und bei *Riccia* zwischen diesen beiden Lagen schwankt. Letzterer Umstand gestattet uns die entgegengesetzte Orientirung in den beiden extremen Fällen unberücksichtigt zu lassen. Durch diese erste Wand wird der

1) STRASBURGER, *Azolla* p. 34.

Embryo stets in zwei Theile differenzirt, einen vorderen, welchem hauptsächlich die weitere Entwicklung zukommt, und einen hinteren, der sich nur wenig weiter entwickelt, bisweilen sogar ungetheilt bleiben kann; aus diesem geht bei Lebermoosen, wie bei den Rhizocarpeen der Fuss hervor. Nur bei Riccia ist diese Differenzirung noch nicht ausgesprochen. Die vordere halbkugelige Zelle zerfällt nun in allen hier zu behandelnden Fällen (bei einigen Lebermoosen unter Einschaltung einer der ersten parallelen Wand) durch eine zur ersten Wand senkrechte Wand in zwei Kugelquadranten. Von diesen beiden Quadranten wird bei den Rhizocarpeen der eine zum ersten Blatt, der andere zum Stamm. Es liegt daher nahe, die Verzweigung der Moosfrucht auf diese Theilung zurückzuführen. Die Moosfrucht habe sich durch die Quadrantenwand dichotomisch in zwei auf gemeinsamem Fusse stehende Mooskapseln getheilt. Ein weiterer Standpunct wäre dann, dass nur der eine Gabelzweig zur Kapsel, (begrenzten fructificirenden Seitenzweig — Blatt wird), der andere aber denselben Vorgang der Theilung alsbald wiederholt, nun nach der entgegengesetzten Seite das fructificirende Seitenglied abgibt — und wir hätten somit das einfachste Bild einer zweizeilig beblätterten Farnpflanze.

Dieser Vergleich bezieht sich auf die thatsächlich bestehenden Verhältnisse im Embryo der Rhizocarpeen; es ist freilich ungewiss, ob dieselben auch für den der Hymenophyllaceen gelten, die folgende Auseinandersetzung soll daher auch nur die Möglichkeit darthun, unter dieser hypothetischen Voraussetzung den weiteren Aufbau der Hymenophyllaceenpflanze zu begreifen. Bei Ausbildung der Mooskapsel finden Theilungen durch rechtwinklig aufeinanderstehende Wände nach den drei Richtungen des Raumes statt. Während der rechtwinklige Ansatz in der $\perp$ -Theilung erhalten blieb, traten nun in zweierlei Hinsicht Specialisirungen in dem begrenzten Seitengebilde auf. Einerseits beschränkte sich die Theilungsfähigkeit immer mehr auf die vordersten, Rand-Zellen und es kam so ein Längenwachsthum, ein ausgesprochenes Spitzenwachsthum zu Stande; diese Beschränkung geht so weit, dass eine bestimmte am Vorderrande gelegene Zelle zur prismatischen Scheitelzelle mit $\perp$ -Theilung wird. Andererseits stehen die bei diesem Scheitelwachsthum gebildeten Verticalwände alle miteinander parallel derart, dass eine sie schneidende Verticalebene zum Stamme tangential verläuft, — die Verticalwände in anderer Richtung (in dieser Tangentialebene) sind aber nicht ausgeschlossen, sondern erfolgen vielmehr rückwärts von der Scheitelregion und führen zur inneren Differenzirung. Die erste Wand *m* (s. oben S. 45) erinnert uns an die den Lebermooskapseln eigenen Kreuztheilungen, und es differenzirt sich z. B. in Fig. 20, Taf. III. das Stranggewebe in ähnlicher Weise um das von der mittleren Längswand (zwischen 2 und 3) und der Wand *m* gebildete Kreuz, wie die Columella in der jungen Kapsel von Anthoceros.

Das Scheitelwachsthum des Blattes der Hymenophyllaceen gibt uns noch zu einigen weiteren Betrachtungen Anlass. Es wurde bereits oben S. 5 darauf hingewiesen, welche geometrische Beziehungen zwischen der prismatischen Scheitelzelle mit $\perp$ -Theilung und der zweischneidigen Scheitelzelle bestehen. Ich glaube nun wirklich einen genetischen Zusammenhang derart annehmen zu dürfen, dass aus der $\perp$ -Theilung die zweischneidige Scheitelzelle des Farnblattes, wie sie in Fig. 4, Taf. I am jungen Blatt von Trichomanes speciosum nachgewiesen ist, hervorging. Die Aenderung muss in der Weise eingetreten sein, dass die Verticalwand zuerst auftrat, aber sich nicht an die Grundfläche ansetzte, sondern schräg an die Seitenfläche; darauf folgte dann die Horizontalwand als erste Wand in dem so gebildeten Segmente.

Dazu kömmt aber noch eine weitere, wohl mechanisch bedingte Abänderung, die schräge Vertical-

wand trifft nicht mehr die freie Aussenwand der Ober- und Unterseite, sondern ausser der scheitel-sichtigen Aussenfläche nur mehr im Bogen die nächstvorhergehende Seitenwand.

Es trat diess bei einer gewissen Höhe der Entwicklung ein, verlor sich aber wieder in den Blattabschnitten höherer Ordnung ähnlich, wie auch die anatomische Ausbildung dort wieder auf einen niedrigen Standpunct zurückgreift. Diese Herausbildung einer durch Grösse und Gestalt ausgezeichneten Scheitelzelle steht im innigsten Zusammenhange mit dem Uebergang der dichotomischen Verzweigung zur fiederigen. Während beim Wachsthum durch eine prismatische Scheitelzelle nicht bloss die Mesophyllabscheidung, sondern auch die Verzweigung des Nerven als Dichotomie aufgefasst werden musste, sehen wir nunmehr nicht bloss bei der Mesophyllbildung das Segment in untergeordnetem Verhältniss, sondern auch die Verzweigung des Nerven muss durch Constituirung einer neuen Scheitelzelle im Segment erfolgen, sei diese neue Scheitelzelle nun wieder zweischneidig, oder wie in den letzten Graden sicher, prismatisch. Es ist dieser Fall der Nervenverzweigung bei zweischneidiger Scheitelzelle allerdings noch nicht beobachtet; allein das Verhältniss kann nicht anders gedacht werden. Erstens ist eine dichotomische Theilung einer zugespitzten Scheitelzelle undenkbar; ferner folgt diese Auffassung aus der Analogie zwischen der Hauptwand bei zweischneidiger Segmentirung und der Radialwand bei $\perp$ -Theilung einerseits, sowie zwischen der ersten Wand im Segment und der Tangentialwand andererseits. Wenn das Segment der zweischneidigen Scheitelzelle gleichwerthig ist dem seitenständigen plus dem grundständigen der $\perp$ -Theilung, so muss die Anlage des Nervenzweiges in der äusseren Hälfte des Segmentes durch neue $\perp$ -Theilung oder durch dieser gleichwerthige Segmentirung erfolgen.

Der enge Zusammenhang der zweischneidigen mit der prismatischen Scheitelzelle geht auch daraus hervor, dass nicht bloss der seitliche Aufbau, sondern auch die innere Gliederung in derselben Weise erfolgt, mag die Form der Scheitelzelle sein, welche sie wolle. Wie Fig. 54 auf Taf. III. zeigt, erfolgt die Differenzirung des Nervengewebes durch Flächenwände in den einzelnen Zellreihen eben so unter der zweischneidigen Scheitelzelle, wie sonst unter der prismatischen. Es scheint mir desswegen, wie bereits oben S. 6 erwähnt, von untergeordneter morphologischer Bedeutung festzustellen, welche Blätter und in welchem Alter mit zweischneidiger oder prismatischer Scheitelzelle ausgestattet sind. Es soll aber damit die hervorragende Bedeutung der Thatsache, dass ein solcher Uebergang wirklich stattfindet, keineswegs unterschätzt werden; denn es besteht hiemit die Möglichkeit, den mechanischen Gesetzen, welche die Art der Zelltheilungen beherrschen, näher zu kommen, wenn auch gerade das hier behandelte Material wenig günstig zu sein scheint.

Bei diesen engen Beziehungen zwischen den beiden Arten von Scheitelzellen darf nunmehr auf den Gegensatz zwischen dichotomischer und monopodaler Verzweigung kein zu grosses Gewicht gelegt werden; es ist auch den folgenden Erörterungen eine der nahen Uebereinstimmung entsprechende Auffassung zu Grunde gelegt.

Das Scheitelwachsthum des Blattes fordert uns noch zu einem Vergleiche mit ähnlichen Vorgängen bei Algen und Moosen auf. Eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Scheitelwachsthum des sog. Thallus von Metzgeria springt sofort in die Augen: eine zweischneidige Scheitelzelle, in deren Segment durch die erste Wand Mittelnerv und seitliche Ausbreitung geschieden werden, kommt beiden Gebilden zu, mit dem einzigen Unterschiede, dass am Blatt der Hymenophyllaceen stärkere Nerven nicht direct durch die erste Wand, sondern durch spätere ebenso gestellte Wände ausgesondert werden. Diese Aehnlichkeit verdient um so mehr hervorgehoben zu werden, als der phylogenetische Entwicklungsgang offenbar ein

verschiedener ist, nicht bloss insoferne als die Verschiedenheit der Generation von vornherein einen genetischen Zusammenhang der beiden Bildungen undenkbar erscheinen lässt, sondern indem auch die gesetzmässigen Theilungsvorgänge aus verschiedenen Vorstadien resultirt sein müssen. Während wir die zweischneidige Scheitelzelle des Hymenophyllaceenblattes aus der prismatischen, die Segmentirung aus Dichotomie der Scheitelzelle hervorgehen sahen, zeigt eine umfassendere Betrachtung¹⁾, dass die Moose in Bezug auf Scheitelwachsthum und Gliederung sich auf eine Hauptreihe der Algen zurückführen lassen, deren charakteristische Eigenthümlichkeit darin liegt, dass die seitliche Gliederung ausschliesslich von den Segmenten, den Gliederzellen, ausgeht. Von den der seitlichen Gliederung entbehrenden Algenfäden, von *Sphaeroplea* (ohne Gegensatz von Basis und Scheitel) und *Oedogonium* (mit Differenz von Basis und Scheitel) gelangen wir allmählich zu Fäden, die mit einer durch horizontale Wände Segmente bildenden Scheitelzelle wachsen, so dass jede Gliederzelle die Fähigkeit besitzt, seitlich in einen Zweigfaden auszuwachsen, der durch eine zur horizontalen Hauptwand annähernd senkrechten Wand, abgegrenzt wird. Diese Wand, als mit der seitlichen Gliederung im engsten Zusammenhange stehend, kann man allgemein als Lateralwand bezeichnen. Diese einfachste Art der Gliederung finden wir bei manchen Callithamnieen, am Protonema der Laubmoose. Je nach der Anzahl der aus einer Gliederzelle entspringenden Seitenglieder, je nach deren Differenzirung in Lang- und Kurztriebe wird in dem Typus eine bedeutende Mannichfaltigkeit erreicht (*Polysiphonia*, *Chara*), welche noch dadurch erhöht wird, dass die horizontalen Wände allmählich geneigt werden können (manche Florideen, Vorkerne und Stämme der Laubmoose); unsere Lateralwand erscheint hier als »Blattwand« (LEITGEB) oder »Papillarwand« (H. MÜLLER-THURGAU, Vorkerne etc. p. 12). — Dieselbe Lateralwand finde ich aber auch in den excentrischen Wänden, welche in den Gliederzellen von *Delesseria* auftreten und die Mittelrippe von den seitlichen Flügeln sondern, so dass wir den aus je einer Gliederzelle gebildeten einseitigen Theil des Flügels als Aequivalent eines Kurztriebes betrachten können. Bei *Plocamium* treffen wir auch in dieser Nebenreihe auf das Schiefwerden der Hauptwände und gelangen so ganz allmählich zum Typus der *Metzgeria*. Die Homologie zwischen den seitlichen Flügelanhängen der *Metzgeria* und der übrigen sog. thallösen Lebermoose und seitlichen Gliedern wurde schon von LEITGEB durch den Vergleich mit *Blasia* hervorgehoben²⁾. Nur die Lateralwand macht hier, bei *Blasia* und anderen, einem anderen complicirteren Modus Platz, der sich aber doch vielleicht mit der Lateralwand in Zusammenhang bringen lässt.

Einerseits resultirt also aus dieser Betrachtung, dass die zweischneidige Scheitelzelle von *Metzgeria* aus einer an seitlicher Gliederung unbetheiligten Scheitelzelle hervorgieng, während die ganz ähnliche des Hymenophyllaceenblattes aus einer sich dichotomisch theilenden prismatischen Scheitelzelle. — Andererseits liegt es aber nahe, bei der Aehnlichkeit der Segmentirung auch nach einer Aehnlichkeit in der Ausbildung und dem Werthe der Segmente zu suchen. In der That dürfte es nicht zu gewagt erscheinen, eine den Seitenblättern von *Blasia* ähnliche Bildung in der segmentweise absetzenden Ausbildung des Randes bei den Hymenophyllaceenblättern zu sehen, vor Allem in der Zähnung bei *Hymenophyllum* § *Leptocionium*, sowie in geringerem Grade in der Haarbildung bei *Hemiphlebium*, *Ptilophyllum*

1) Dieselbe soll hier nur in den allgemeinsten Zügen gegeben werden, da ich denke, sie bei einer anderen Gelegenheit ausführlicher zu begründen. — Unter den Algen finden wir noch andere Reihen, in denen die Scheitelzelle ebenfalls in die seitliche Gliederung eingreift, *Sphacelarieen*, *Coleochaete*, an welche letztere sich wohl die Farnprothallien anknüpfen werden.

2) *Blasia* p. 70 ff.

u. a., sowie in dem Absatze der Randstreifen bei *Hemiphlebium* § *Microgonium*, *Trichomanes* § *Crepidomanes*. Es wird die Aehnlichkeit dieser beiden Fälle noch erhöht durch das übereinstimmende Vorhandensein der Keulenhaare, die sich bei den Lebermoosen zur Blattbildung weiter entwickeln können, dasselbe vielleicht auch bei einigen höheren Farnen thun, sowie in der bei höheren Farnen allgemein stattfindenden Schrägtheilung (von der Ober- und Unterseite her) sowohl der Scheitelzelle als der Randzellen der Segmente, ein Vorgang der ganz an die Theilungen der Segmente bei *Blasia* erinnert.

Man könnte somit den Aufbau des verzweigten Hymenophyllaceenblattes, ebenso wie den des »Thallus« von *Metzgeria* folgender Art ausdrücken. Eine Hauptaxe erzeugt aus den Segmenten ihrer Scheitelzelle nach links und rechts Kurztriebe, die aber miteinander zu einer Fläche (Mesophyll) vereinigt bleiben, von Zeit zu Zeit an Stelle eines Kurztriebes einen der Hauptaxe (wenigstens in Bezug auf die Segmentirung) gleichwerthigen Langtrieb.

Von diesem Gesichtspunkte aus verdient das Verhältniss des Farnblattes zum Stamme eine nochmalige Beleuchtung. Nachdem wir an dem Gebilde, das wir bisher stets als Blatt bezeichnet haben, die Möglichkeit einer Differenzirung in Lang- und Kurztriebe wahrgenommen haben, mag es zweifelhaft erscheinen, ob wir berechtigt sind, dieses Gebilde, den Farnwedel, als Blatt zu bezeichnen. Ich zweifle jedoch nicht an dieser Berechtigung. Denn wenn auch der Farnwedel die weitere Differenzirung in Lang- und Kurztriebe potentiell in sich trägt, so steht er doch zum Farnstamme selbst in dem Abhängigkeitsverhältniss, wie es eben überall zwischen Stamm und Blatt existirt. Wenn wir nochmals auf die Hypothese über die Differenzirung des Embryos zurückkommen, so können wir dort das Verhältniss des Wedels zum Stamme auf dieselbe Art des Scheitelwachsthums, auf dieselbe Anlage von Kurztrieben zurückführen, wie wir das eben am Wedel selbst kennen gelernt haben. Die ersten beiden Wände im Embryo von *Marsilia* sind eine $\perp$ -Theilung. Das grundständige Segment (der Fuss sammt Wurzel) theilt sich hier nicht mehr weiter; aus dem einen seitenständigen wird das erste Blatt aus dem anderen die Stammanlage. In letzterem Quadranten trete nun eine weitere $\perp$ -Theilung ein, so dass die Verticalwände parallel stehen, so wird nun aus dem seitenständigen Segment der entgegengesetzten Seite das erste Blatt, aus dem anderen die neue Scheitelzelle, aus dem grundständigen ein Stück des Stammes; es wäre dann fernerhin genau derselbe Vorgang, aus dem »Stamm und Blatt« resultiren, wie am Wedel »Nerv und Mesophyll«. Auch hier kann sich aus der $\perp$ -Theilung eine zweischneidige Scheitelzelle herausbilden zur Scheitelzelle des Stammes, die dann ebenso orientirt ist, wie an den diametralzweizeilig beblätterten Stämmen der Hymenophyllaceen es wahrscheinlich der Fall ist¹⁾. — Betreffs der stabilen Knospen ziehen wir zum Vergleich die Thallophyten herbei. Bei den niedrigeren (*Callithamnieen*) treten dort der Hauptaxe gleichwerthige Langtriebe an Stelle von Kurztrieben auf, ebenso wie am Wedel die Nervenzweige; an den höheren (*Polysiphonia*, *Chara*, Laubmoose) mit den Kurztrieben zugleich als stabile Knospen. Dieses letztere Verhältniss finden wir am Farnstamme. — Aus obiger Hypothese würde folgen, dass aus jedem Segment der Stammscheitelzelle ein Wedel hervorgienge; es wäre aber auch denkbar, dass vor jeder $\perp$ -Theilung eine Quertheilung (wie in manchen Lebermoosfrüchten) ein so zu sagen stammeigenes Segment abschiede. Man könnte auch daran denken, die Entstehung der Wurzeln am Stamme als eine Wiederholung der ersten, einen Bestandtheil des Fusses bildenden Wurzel aufzu-

1) Complicirter würde sich die Sache für die dorsalzweizeilige Blattstellung gestalten; doch dürfte sich deren Verhältniss zur diametralzweizeiligen an anderen Beispielen, deren Stammscheitel genau untersucht werden kann, leichter aufklären lassen.

fassen, eine Wiederholung, die mit der Abscheidung grundständiger Segmente bei der 1-Theilung oder solcher stammeigener Segmente zusammenhinge.

Wir können uns also vorstellen, dass die Differenzirung in Lang- und Kurztriebe (Stamm und Blatt) bei einer in geschilderter Art fortschreitenden Ausbildung des Embryos der Anlage nach zweimal möglich ist, aber bei den Farnen in der eben vorhandenen Weise allein wirklich zum Ausdruck kam; der Wedel steht im Abhängigkeitsverhältniss des Blattes zum Stamme, so gut wie die Kurztriebe der Florideen, von Bryopsis, die Blätter der Jungermannien und Laubmoose; es ist sicher nicht gerechtfertigt, jeden Kurztrieb, der einen anderen phylogenetischen Ursprung besitzt, anders zu benennen. Gerade durch die einheitliche Benennung »Blatt« drücken wir aus, dass im Pflanzenorganismus ein allgemeines morphologisches Gesetz liegt, welches die Ausbildung von abhängigen, begrenzten Kurztrieben, Blättern, beherrscht, dieselbe aber auf verschiedenen Wegen herbeiführen kann.

Wir werden im Folgenden Gelegenheit haben, bei anderen Gefässkryptogamen die Differenzirung in Lang- und Kurztriebe zu untersuchen und insbesondere die Frage zu erörtern, ob das Blatt der Lycopodinen dem der Farne gleichwerthig ist oder nicht, eine Frage die für die Phylogenie der Phanerogamen von fundamentaler Wichtigkeit ist; denn wie Kny¹⁾ durch die Entwicklung des Embryos auf die Annahme eines verschiedenen Ursprungs der Phanerogamen gerieth, so ist es mir durch Vergleich des Aufbaues unter Berücksichtigung der fossilen Formen höchst wahrscheinlich geworden, dass wir von den Farnen durch die Cycadeen zu den Monocotylen, von den Lycopodinen einerseits zu den Equisetinen, andererseits zu den Coniferen, und von diesen zu einem Theil der Dicotylen gelangen, während ein anderer Theil dieser letzteren vielleicht mit den Monocotylen zusammenhängt.

1) Nach Abschluss des Manuscriptes erhalte ich die ausführliche Publication Kny's: Die Entwicklung der Parkeriaceen dargestellt an *Ceratopteris thalictroides*. Nova Acta Ac. C. L. C. G. Nat. Cur. Vol. XXXVII. Nr. 4.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Vegetationspuncte.

- Fig. 1. Anlage des Blattes von *Trichomanes speciosum*, etwas schräg vom Scheitel gesehen; *s* Scheitelzelle, *r* Randzellen, *i* Innenzellen. — Vergr. 90.
- Fig. 2. A. Flächenansicht des Endes einer jungen Lacinie von *Trichomanes Schmidianum*. — Vergr. 270.
B. Schema dazu; s. d. Text S. 4.
- Fig. 3. A. Flächenansicht der Spitze eines jungen Blattes von *Hemiphlebium sublimbatum*, mit Gabelung des Nerven; *sn* Anlage der Scheinnerven. — Vergr. 270.
B. Schema dazu.
- Fig. 4. A. Stück des Seitenrandes eines jungen Blattes von *Hemiphlebium punctatum*, mit wiederholter Gabelung des Nerven; *h* Anlage der Haargruppe. — Vergr. 270.
B. Schema dazu.
- Fig. 5. Flächenansicht der Spitze einer jungen Fieder des fertilen Blattes von *Ptilophyllum pinnatum*. — Vergr. 300.
- Fig. 6. Längsschnitt durch die Stammspitze von *Trichomanes speciosum*. *s* Stammscheitel, *b* Blattanlage, *s'* Scheitel des Achselsprosses; *f* Anlage des Fibrovasalstranges für Blatt und Achselspross noch nicht getrennt. — Vergr. 45.
- Fig. 7. Muthmassliche Scheitelzelle eines Achselsprosses von *Trichomanes speciosum* im Querschnitt durch eine der Fig. 6. ähnliche Stammspitze; —> Richtung gegen die Axe des Stammes; $\uparrow$ Lage der Stammscheitelzelle; s. den Text S. 26. — Vergr. 300.
- Fig. 8. Scheitel einer Wurzel von *Gonocormus dichotomus* im optischen Längsschnitte; die centralen Parteen des Wurzelkörpers widerstanden der Aufhellung; *s* Scheitelzelle, *k*, *k'*, *k''* Kappen der Wurzelhaube, *e* Epidermis, *r* Rinde. — Vergr. 270.
- Fig. 9. Stammscheitel von *Trichomanes pyxidiferum* im optischen Durchschnitte; *s* Scheitelzelle, *f* Grenze von Fibrovasalstrang und Rinde. — Vergr. 270.

Tafel II.

Architectur des Blattes.

Mit Ausnahme von Fig. 11. 12. 18. 19 sind sämtliche Figuren etwa 2 mal vergrössert. — An den Nervenskeletten sind die Sori durch Kreise angedeutet.

- Fig. 11. Blattspitze von *Cardiomanes reniforme*. — Natürl. Gr.
- Fig. 12. Blattformen von *Gonocormus prolifer*; *a* mit Mesophyll, *b–e* Nervenskelette; bei 00 einfachste paratacte Stellung, bei *w* im zweiten Grade, bei *x* abnorme Anordnung.
- Fig. 13. Stücke des Blattes von *Trichomanes pyxidiferum*; *a* Blattspitze, Nervenskelet, *b* Fieder mit Mesophyll, *c* untere Fieder, Nervenskelett; ρ in allen folgenden Figuren primäre Spindel.
- Fig. 14. Fieder von *Trichomanes emarginatum*; Nervenskelet.
- Fig. 15. Fieder von *Trichomanes cellulosum*; Nervenskelet.
- Fig. 16. Fieder zweiten Grades von *Trichomanes maximum*; Nervenskelet.

- Fig. 17. Fiedern von *Trichomanes venosum*; *a* mit Mesophyll, *b* Nervenskelet, *c* eine getheilte Fieder.
 Fig. 18. Blatt von *Hemiphlebium punctatum*; die wahren Nerven sind vor den Scheinnerven durch stärkere Linien gekennzeichnet. — Vergr. 12.
 Fig. 19. Blatt von *Hemiphlebium Hookeri*. — Vergr. 8.
 Fig. 20. Blatt von *Hemiphlebium pusillum*.
 Fig. 21. Oberer Theil des Blattes von *Hemiphlebium Kraussii*.
 Fig. 22. Stücke des Blattes von *Ptilophyllum sinuosum*; *a* Spitze, *b* Skelete von unteren Fiedern.
 Fig. 23. Spitze des Blattes von *Ptilophyllum Bancroftii*.
 Fig. 24. Stücke des Blattes von *Ptilophyllum crispum*; *a* Spitze, *b* untere Fieder.
 Fig. 25. Spitze einer Fieder von *Ptilophyllum ptilodes*.
 Fig. 26. Basis einer Fieder des fertilen Blattes von *Ptilophyllum pinnatum*.
 Fig. 27. Fieder von *Lacostea guianensis*.
 Fig. 28. Fieder von *Lacostea brachypus*.
 Fig. 29. Fiedern von *Lacostea auriculata*; *a* näher der Spitze.
 Fig. 30. Stücke des Blattes von *Lacostea javanica*; *a* Nervenskelet der Spitze; *b* Fieder.
 Fig. 31. *a* Oberer Theil des Blattes von *Hymenophyllum rarum*; *b* Nervenskelet des Stückes eines anderen Blattes.
 Fig. 32. Oberer Theil des Blattes von *Hymenophyllum Raddianum*; Nervenskelet.
 Fig. 33. Fieder des Blattes von *Hymenophyllum polyanthos*; Nervenskelet.
 Fig. 34. Fiedern des Blattes von *Hymenophyllum ciliatum*.
 Fig. 35. Fieder des Blattes von *Hymenophyllum flabellatum*; Nervenskelet.
 Fig. 36. Nervenskelet der Blattspitze von *Hymenophyllum Kurzii*.
 Fig. 37. Nervenskelet zweier Fiedern von *Hymenophyllum Neesii*.

Tafel III.

Anatomie der Blattnerven und Blattstiele.

- Fig. 38—45 *Trichomanes speciosum*. — Vergr. 360.
 Fig. 38. Flächentheilungen bei der Anlage des Nerven, vom Scheitel gesehen; *A* bei höchster, *B* bei etwas tieferer, *C* bei noch tieferer Einstellung; *m* die erste, mediane Wand; *r* die Wand, welche Rinde und Strang trennt; *e* die Wand zwischen Rinde und Epidermis.
 Fig. 39. Längsschnitt senkrecht zur Blattfläche durch eine Nervenanlage; Buchstaben wie in voriger Figur.
 Fig. 40. Querschnitt durch einen jungen, sehr schwachen Nerven; 1—4 die ursprünglichen Nervenzellen.
 Fig. 41. Querschnitt durch einen älteren Nerven; 1—3 die Nervenzellen, *M* Mesophyll, *E* Epidermis, *R* Rinde, *R*¹ und *R*³ aus den Zellen 1 und 3 hervorgegangen; *s* Anlage der Scheide, *m* erste mediane Wand.
 Fig. 42. Querschnitt durch einen ausgebildeten schwachen Nerven; *s* Schutzscheide, *c* Cambiform, *b* Bastzellen.
 Fig. 43. Querschnitt durch den Strang eines stärkeren Nerven; *R* Rinde, *gf* Gefässe.
 Fig. 44. Querschnitt durch den Strang an der Basis der untersten Fieder.
 Fig. 45. Stück des Strangquerschnittes (linke untere Ecke von Fig. 51) in der Mitte des Blattstiels; bei *a* Bastzellen in der Cambiformscheide.
 Fig. 46. Stück des Stranges (unteres rechtes Ende des Gefässbogens in Fig. 53) im Blattstiel von *Trichomanes Prieurii*; *h* Holzzellen; die Bastzellen sind etwas willkürlich gezeichnet, da sie nicht mehr vollkommen aufquellen. — Vergr. 360.
 Fig. 47. Querschnitt eines Seitennerven von *Hemiphlebium Hookeri*. — Vergr. 270.
 Fig. 48—53. Schematische Querschnitte (vergrössert) der Haupttypen der Blattstielstränge; die starke Aussenlinie deutet die Schutzscheide an, die Schattenlinie das Phloem, die Ringe die Gefässe, die dunklen kleinen Ringe die primordialen Gefässe, die schraffierte Partie die Holzzellen, der weisse Grund das Cambiform.
 Fig. 48. *Trichomanes pyxidiferum*.
 Fig. 49. *Lacostea tanaica*.
 Fig. 50. *Ptilophyllum Bancroftii*.

- Fig. 51. *Trichomanes speciosum*.
 Fig. 52. *Trichomanes rigidum*.
 Fig. 53. *Trichomanes Prieurii*.

Fig. 54. Querschnitt des ganz jungen Blattes von *Trichomanes speciosum*; tiefste Einstellung des in Fig. 1 auf Taf. I. abgebildeten Blattscheitels; *ms* Mesophyll, *e* Epidermis; die mittlere Partie war nicht deutlich genug. — Vergr. 90.

Tafel IV.

Anatomie des Mesophylls.

- Fig. 55. Flächenansicht des Blattrandes von *Hemiphlebium Hookeri*; *str* Randstreifen, *sn* Scheinnerv. — Vergr. 450.
 Fig. 56 und 57. Scheinnerven von *Hemiphlebium Hookeri* im Querschnitt; *m* Mesophyll. — Vergr. 270.
 Fig. 58. Flächenansicht der ausgewachsenen Fiederspitze von *Trichomanes Filicula*; *n* Nerv, *s* Randstreifen. — Vergr. 480.

Stamm.

- Fig. 59. *A* Stammstück von *Hemiphlebium muscoides*, 2 mal vergr.; *II* Spross mit den Blättern *a*, *b*, *c* und deren stabilen Seitensprossen *A*, *B*, *C*; am Spross *CC* die Blätter 4—8 mit ihren Seitensprossen 4*s*—7*s*; *s'* Seitensprosse höherer Ordnung.
B Diagramm desselben von Blatt *a* bis Spross 4*s*; *R* Rücken-, *B* Bauchseite.
 Fig. 60. *A* Stammstück von *Trichomanes pyxidiferum*; 4—7 Seitensprosse, an der Spitze mit Spreuhaaren, *b* deren Tragblätter; *s* Sprosse höherer Ordnung; *w* Wurzeln.
B Diagramm dieses Stammes.
 Fig. 61. Querschnitt des Stranges im Stamme von *Hemiphlebium Hookeri* mit einmündendem Blattstrang; *s* Schutzscheide, *cs* Cambiformscheide. — Vergr. 360.
 Fig. 62. Querschnitt desselben Stranges etwas tiefer; *r* Rinde, *e* Epidermis, *rh* Rhizinen. — Vergr. 360.
 Fig. 63. Querschnitt des Stammes von *Trichomanes Schmidianum* an der Blatinserktion. *B* Blatt mit dem schräg durchschnittenen Achselspross. — Vergr. 20.
 Fig. 64—66. Schematische Querschnitte der Stränge im Stamme (Zeichen wie oben Fig. 48—53), vergr.
 Fig. 64. *Trichomanes emarginatum*.
 Fig. 65. *Hymenophyllum flabellatum*.
 Fig. 66. *Trichomanes speciosum*.

Wurzeln.

- Fig. 67. Stück des Strangquerschnittes in der Wurzel von *Trichomanes speciosum*; *sg* Spiral-, *tg* Treppengefäße.
 Fig. 68. Stück des Wurzelquerschnitts von *Ptilophyllum crispum*; *e* Epidermis, *ar* Aussen-, *ir* Innenrinde. — Vergr. 270.

Haare.

Vergrößerung 50.

Fig. 69—72 vom Nerven.

- Fig. 69. *Trichomanes speciosum*.
 Fig. 70. *Trichomanes album*.
 Fig. 71. *Ptilophyllum Bancroftii*.
 Fig. 72. *Ptilophyllum sinuosum*.

Fig. 73—78 vom Blattrande.

- Fig. 73. *Gonocormus digitatus*.
 Fig. 74. *Hemiphlebium punctatum*.

- Fig. 75. *Ptilophyllum sinuosum*.
 Fig. 76. *Ptilophyllum crispum*.
 Fig. 77. *Hymenophyllum ciliatum*.
 Fig. 78. *Hymenophyllum hirsutum*.
 Fig. 79—84. Spreuhaare.
 Fig. 79. *Hemiphlebium reptans*.
 Fig. 80. *Hemiphlebium Kapplerianum*.
 Fig. 81. *Trichomanes Schmidianum*.
 Fig. 82. *Hymenophyllum flabellatum*.
 Fig. 83. *Trichomanes speciosum*.
 Fig. 84. *Trichomanes album*.

Tafel V.

Entwicklungsgeschichte des Sorus.

Trichomanes speciosum.

- Fig. 85. Erste Anlage des Sorus; *A* Längsschnitt senkrecht zur Blattfläche, *B* construierte Scheitelansicht, *m* Medianwand. — Vergr. 150.
 Fig. 86. Vorgerückteres Stadium, Längsschnitt; *rr* Rindenwände. — Vergr. 150.
 Fig. 87. Aelteres Stadium *A* im Längsschnitt, *B* construierte Scheitelansicht. — Vergr. 150.
 Fig. 88. Aelteres Stadium; *A* Längsschnitt, *Rec* Receptaculum, *J* Indusium; *B* nach der Natur gezeichnete Scheitelansicht. — Vergr. 150.
 Fig. 89. Aelteres Receptaculum; bei *a* Spaltung der oberflächlichen Zellschichte. — Vergr. 150.
 Fig. 90. Receptaculum mit Anlage der Sporangien; *A* im optischen Längsschnitt, *B* von aussen gesehen. — Vergr. 150.
 Fig. 91. Aelteres Receptaculum; *J* Indusium, *s* Sporangium. — Vergr. 150.
 Fig. 92. Noch älteres Receptaculum (*R*) mit Spiralgefäß *sp*; *o* oberflächliche Zellschicht, *J* Indusium; *e* Epidermis des fertilen Nerven. Längsschnitt senkrecht zur Blattfläche. — Vergr. 300.
 Fig. 93. Querschnitt durch die Mitte eines älteren Receptaculums; *sg* Spiral-, *tg* Treppengefäße, *e* Cambiform, *o* oberflächliche Schichte, *S* Sporangien; *J* Indusium. — Vergr. 360.
 Fig. 94. Querschnitt durch die Basis eines jüngeren Receptaculums; *sp* Spiralgefäß, *o* oberflächliche Zellschicht. — Vergr. 360.
 Fig. 95. Querschnitt durch den fertilen Nerven; *e* Epidermis, *r* Rinde, *sch* Schutzscheide, *cb* Cambiform, *gf* Gefäße, *me* Mesophyll. — Vergr. 360.
 Fig. 96. Querschnitte durch den fertilen Nerven und die Basis des Sorus, Vergr. 50. *Ri* Rinde, *sch* Schutzscheide, *gf* Gefäße, *Rec* Receptaculum, *J* Indusium.
 Fig. 97. Querschnitt eines Schenkelstranges. — Vergr. 360.
 Fig. 98. Schematische Darstellung verschiedener Receptacula; *A* von *Ptilophyllum*, *B* der meisten *Hymenophyllum*-Arten, *C* von *Hymenophyllum caudiculatum*.
 Fig. 99. Schematische Darstellung verschiedener Indusien.
 A *Trichomanes speciosum*,
 B *Hemiphlebium Hookeri*.
 C *Hemiphlebium muscoides*.
 D *Hymenophyllum Kurzii*.
 E *Hymenophyllum ciliatum*.

Tafel VI.

Entwicklungsgeschichte der Sporangien.

Trichomanes speciosum.

- Fig. 100. Erste Anlage der Sporangien; *r* Oberflächenzellen des Receptaculums, *S* und *S*, junge Sporangien, 0, 1, 2, deren erste Wände, *v* Verticalwand in der Wandungszelle. *B* von der Fläche gesehen, *A* dasselbe Präparat auf die rechte, *C* auf die linke Seite gelegt. — Vergr. 200.
- Fig. 101. Zwei junge Sporangien von der Fläche, das eine mit linksläufiger, das andere mit rechtsläufiger Spirale. — Vergr. 200.
- Fig. 102. *A* linksläufiges, *B* rechtsläufiges junges Sporangium; — Vergr. 400.
- Fig. 103. *A—D*; ein rechtsläufiges Sporangium gedreht. *k* Kappenwand, *i* zweite Wandbildung. — Vergr. 400.
E schematischer Grundriss.
- Fig. 104. Linksläufiges Sporangium desselben Alters. — Vergr. 400.
- Fig. 105. Ähnliches Entwicklungsstadium (linksäufig). — Vergr. 400.
- Fig. 106. *A—D*. Ein Sporangium in der Anlage des Ringes begriffen, in verschiedenen Ansichten (linksäufig), *A* von der Rückenseite, mit dem oberen Ende nach unten, 2, 3, 4 die ersten Wände, *v* die erste, *v*₁*v*₁ die folgenden Verticalwände in der rückenständigen Wandungszelle; *R*₁—*R*₄ Ringzellen in der Kappenpartie, *pp* Ringzellen. *B* von unten nach oben gedreht, 4, 5, 6 Wände in der Kappenzelle, IV—VI die dadurch nach unten hin abgeschiedenen Zellen, *M* der mittlere Rest der Kappenzelle; *a*, *b*, *c* Zellen im Segment III entstanden.
C und *D* in derselben Richtung weiter gedreht. — Vergr. 400.
- Fig. 107. Ein Sporangium nach Vollendung der Zelltheilungen in der Wandung, von der Bauchfläche gesehen (rechtsläufig). Buchstaben wie oben; *M*₁ und *M*₂ durch Theilung von *M* entstanden. — Vergr. 270.
- Fig. 108. Ein ebensolches Sporangium von der Seite, im Längsschnitt des Receptaculums (*Rec*). St. Stomium. — Vergr. 270.
- Fig. 109. Ein ebensolches Sporangium, durchschnitten; *R* Receptaculum, *Rg* Ring. Die Sporenmutterzellen sind herausgefallen. — Vergr. 270.
- Fig. 110. Narbe des abgefallenen Sporangiums auf dem Receptaculum: der Pfeil deutet die Richtung gegen dessen Spitze an; die drei mit | bezeichneten Wände sind Stücke der drei ersten Segmentwände 0, 1, 2, die drei anderen die ersten Verticalwände *v*. — Vergr. 400.

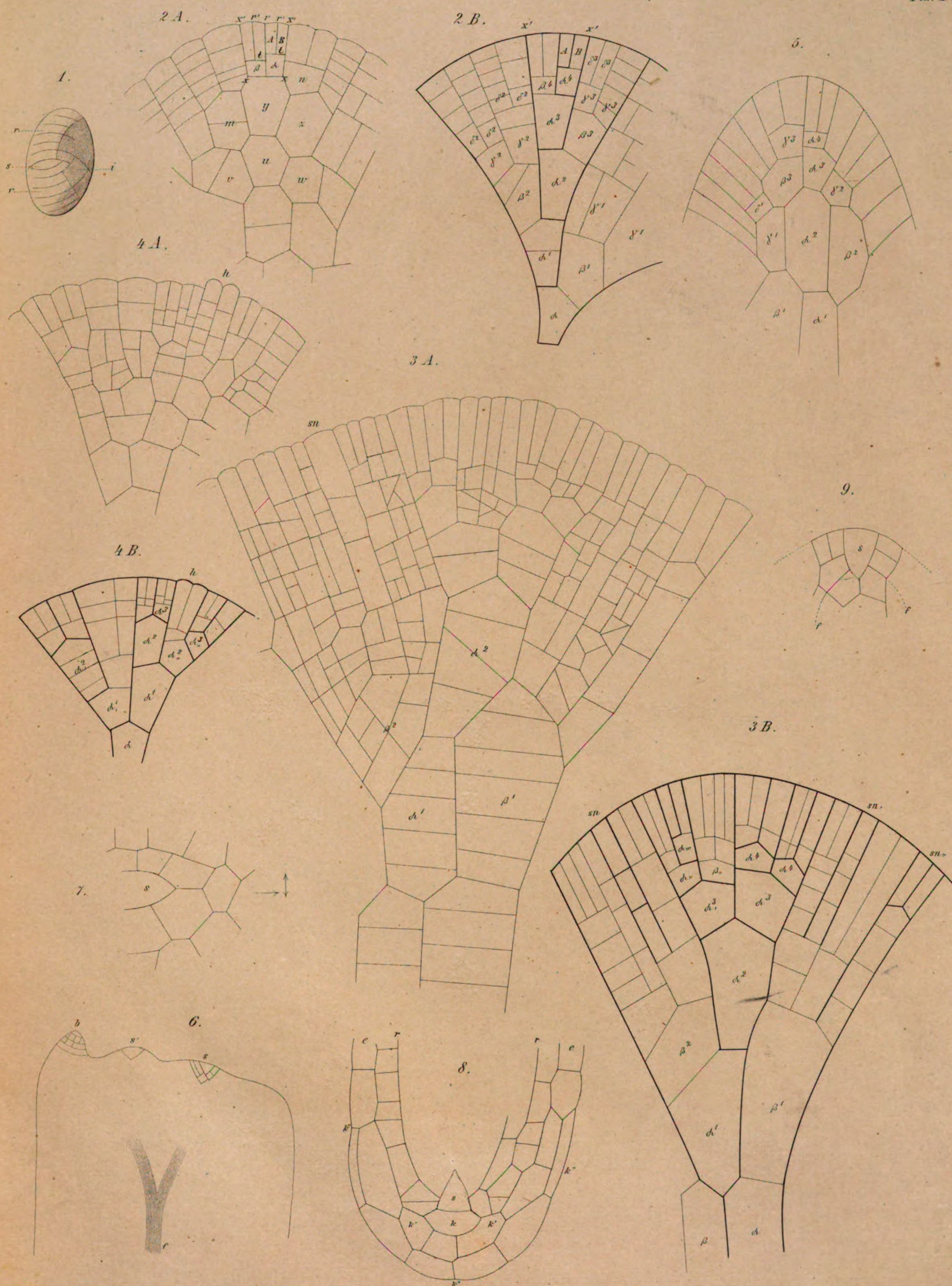
Keimung der Sporen.

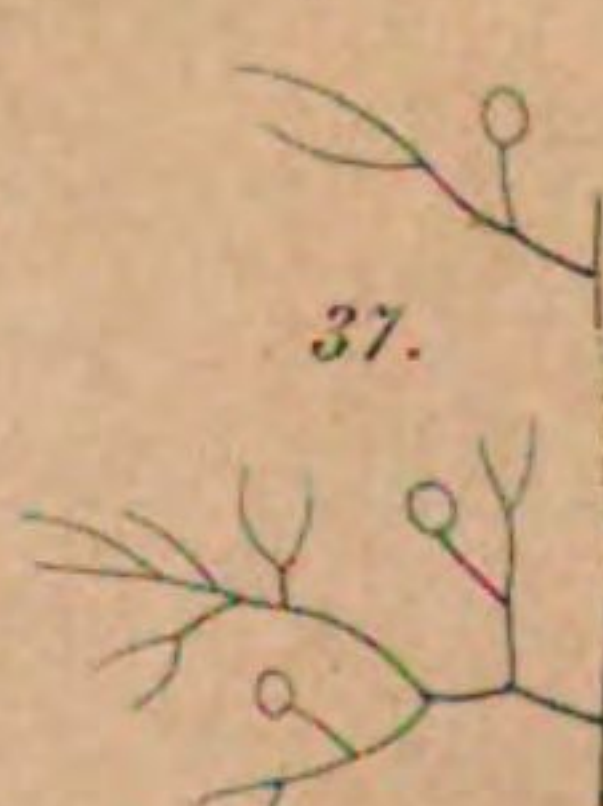
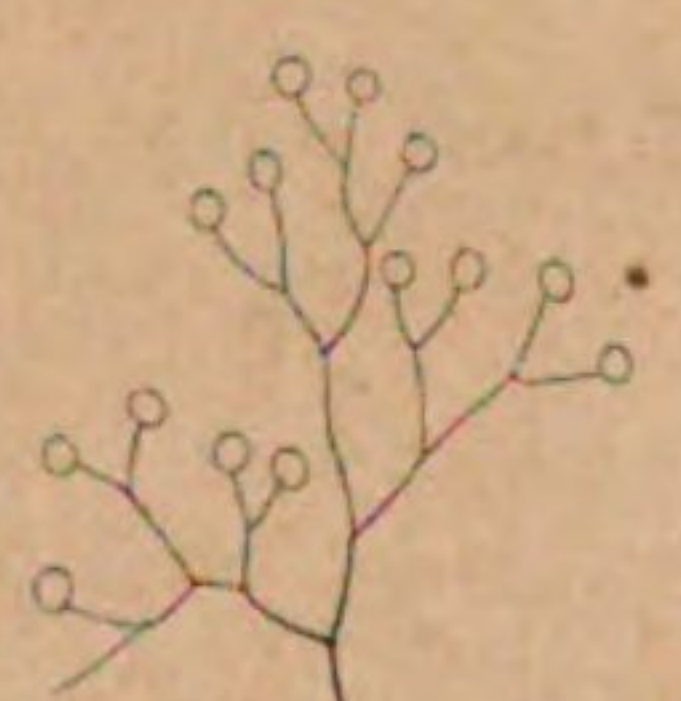
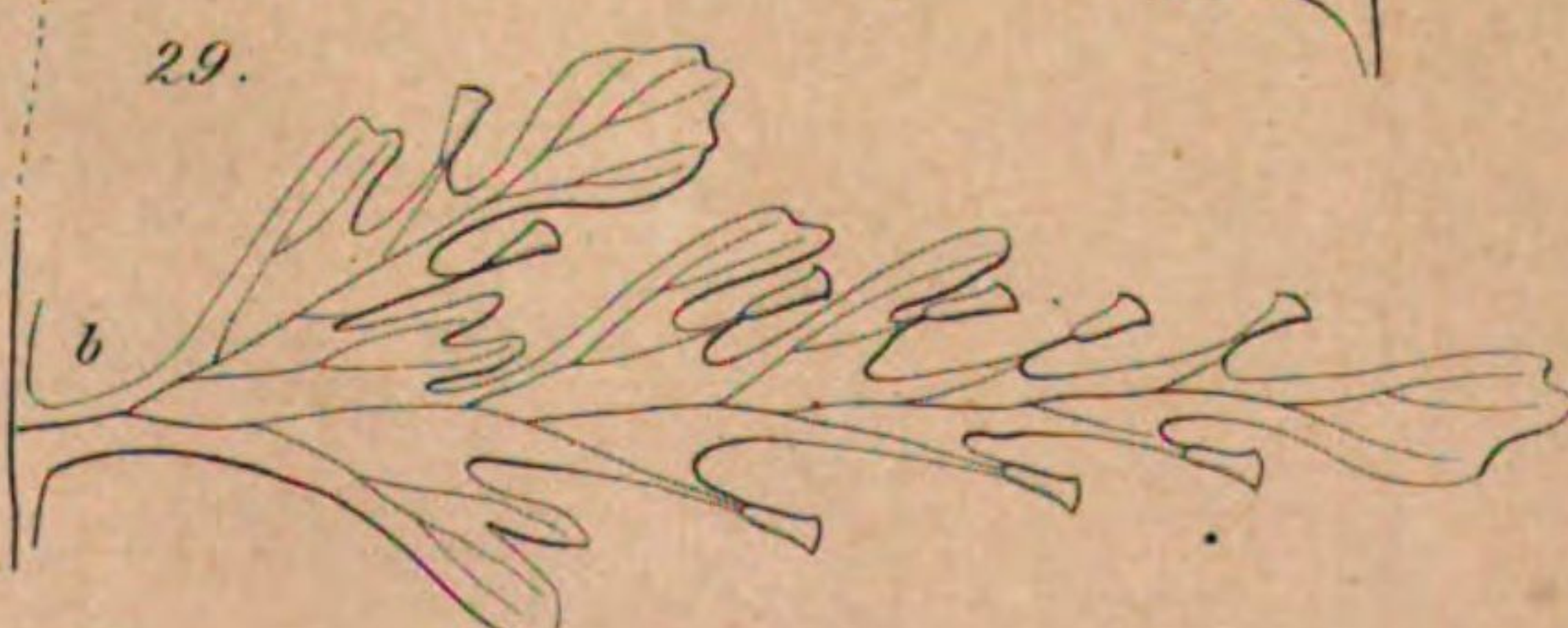
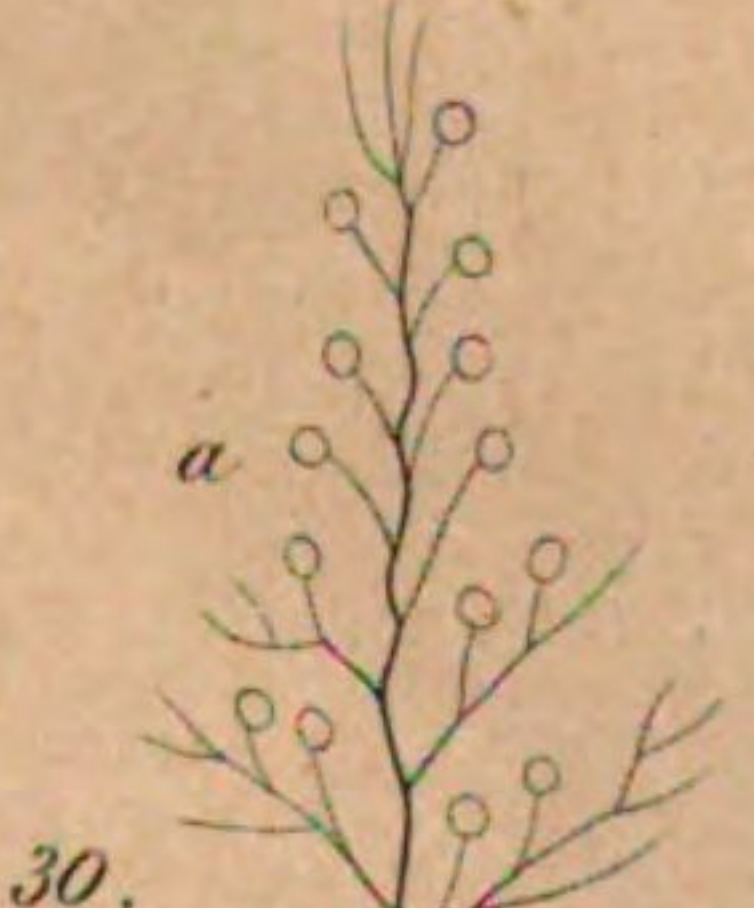
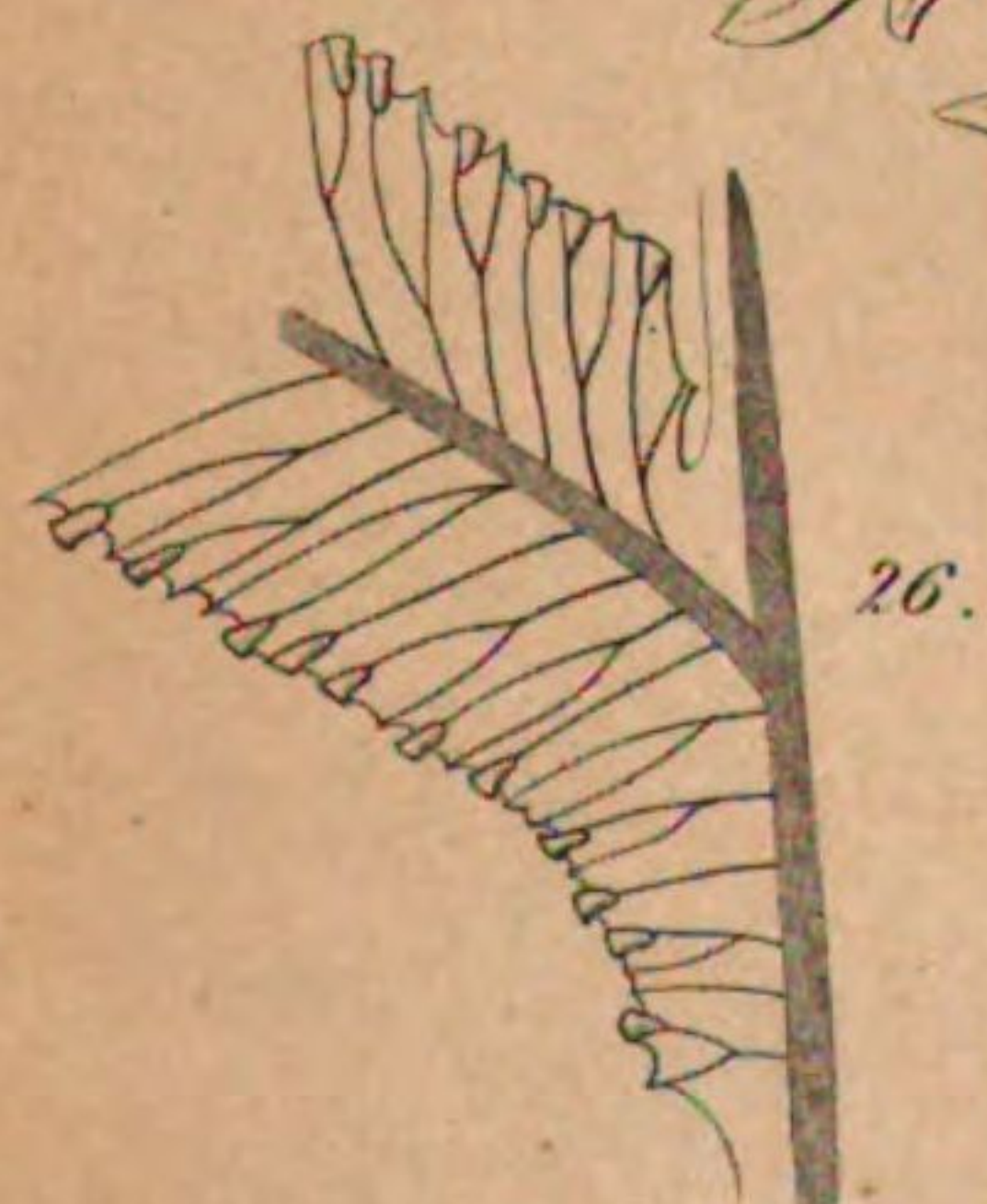
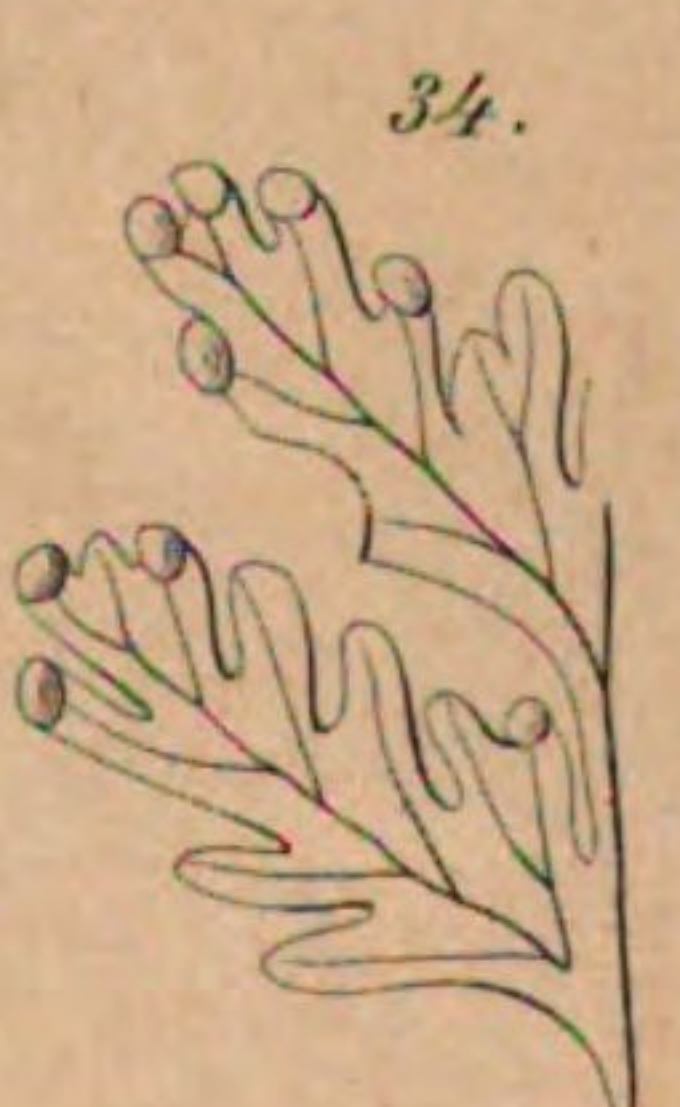
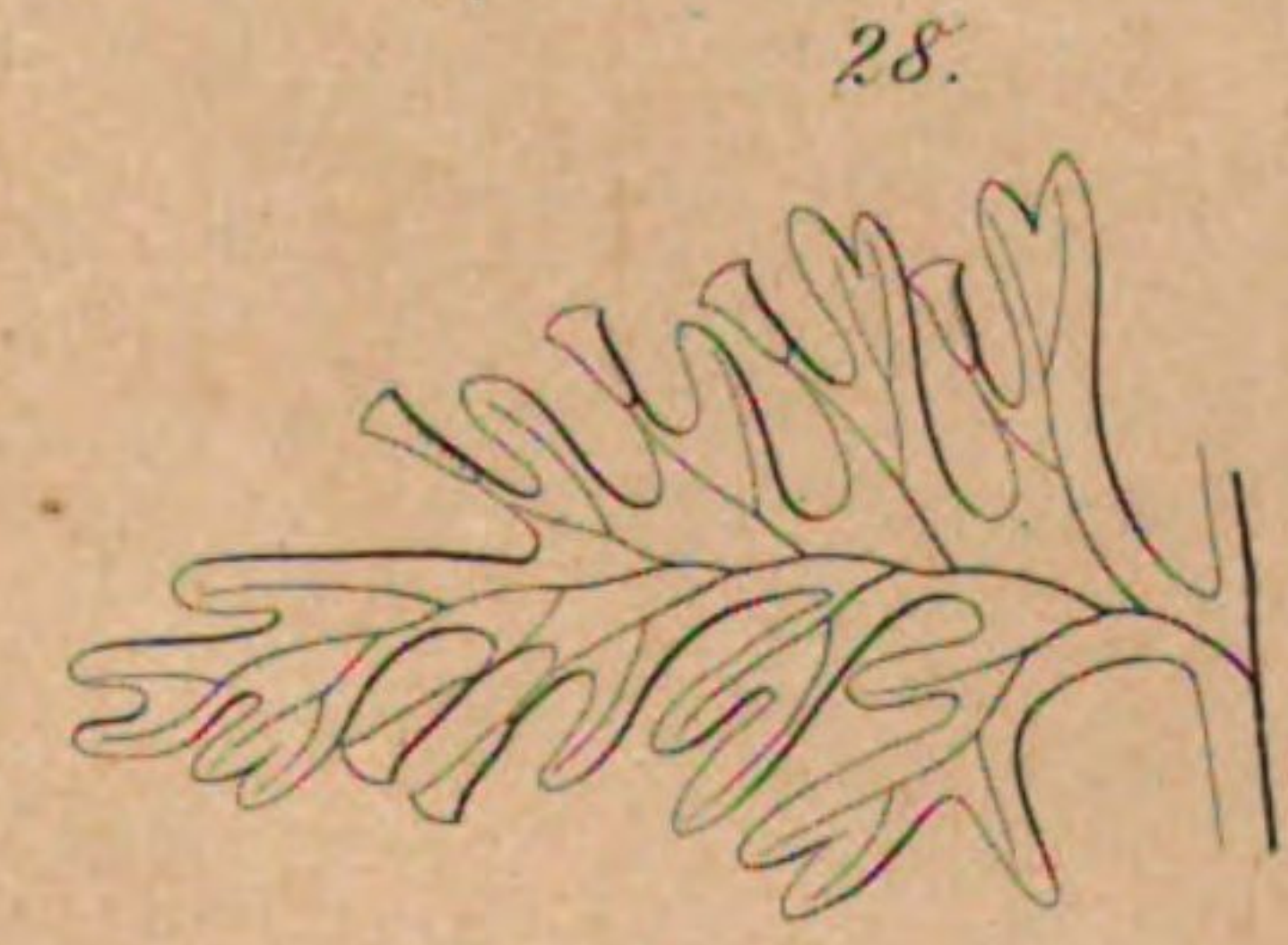
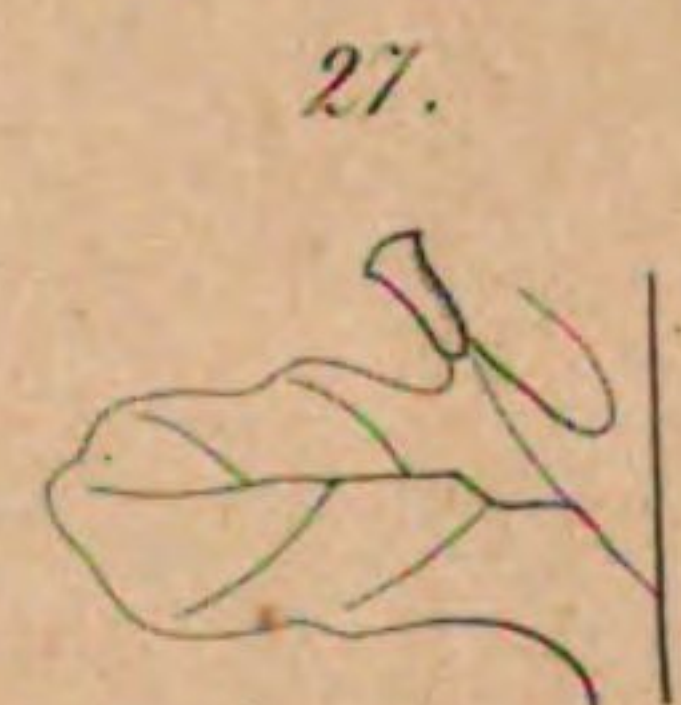
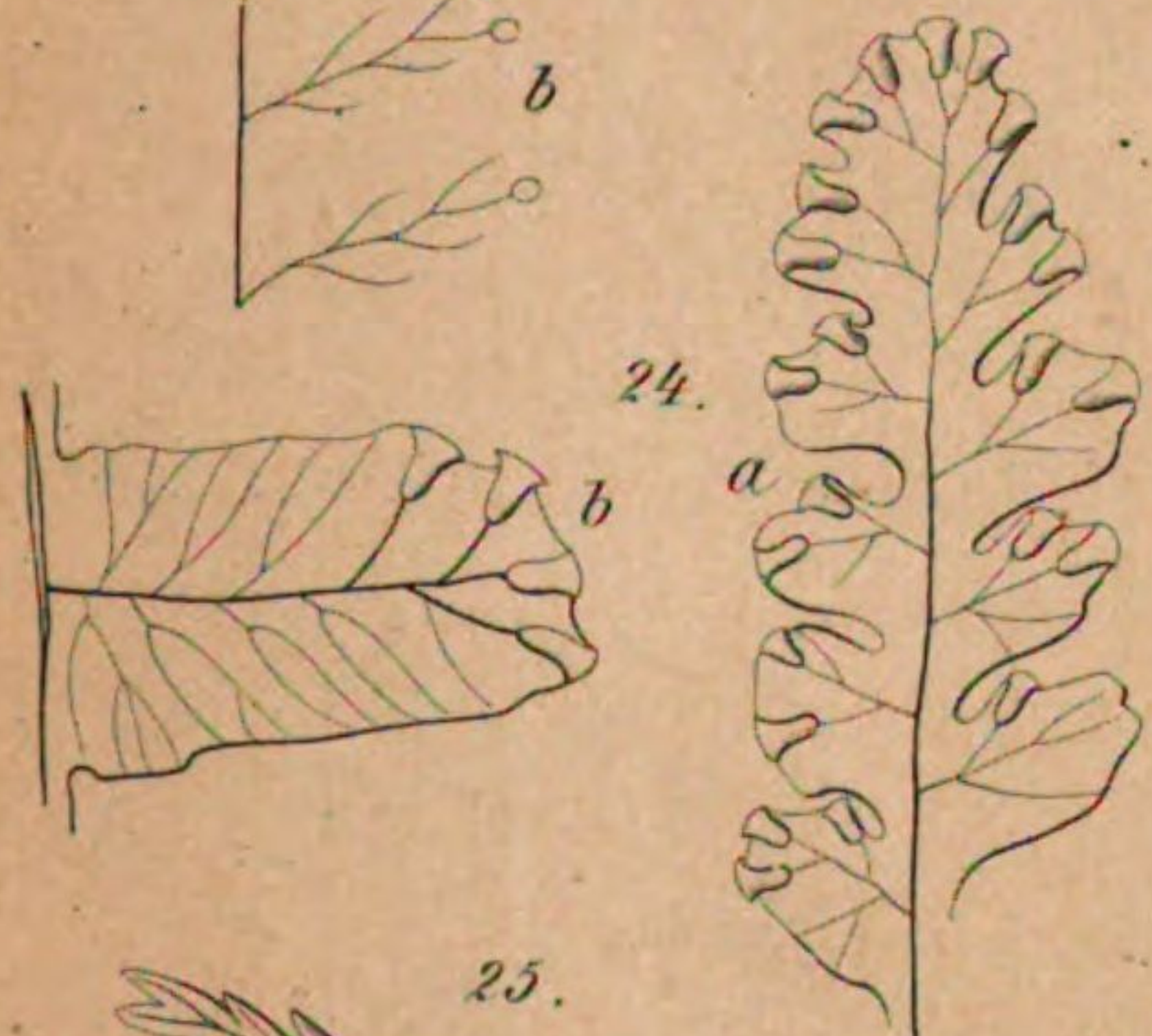
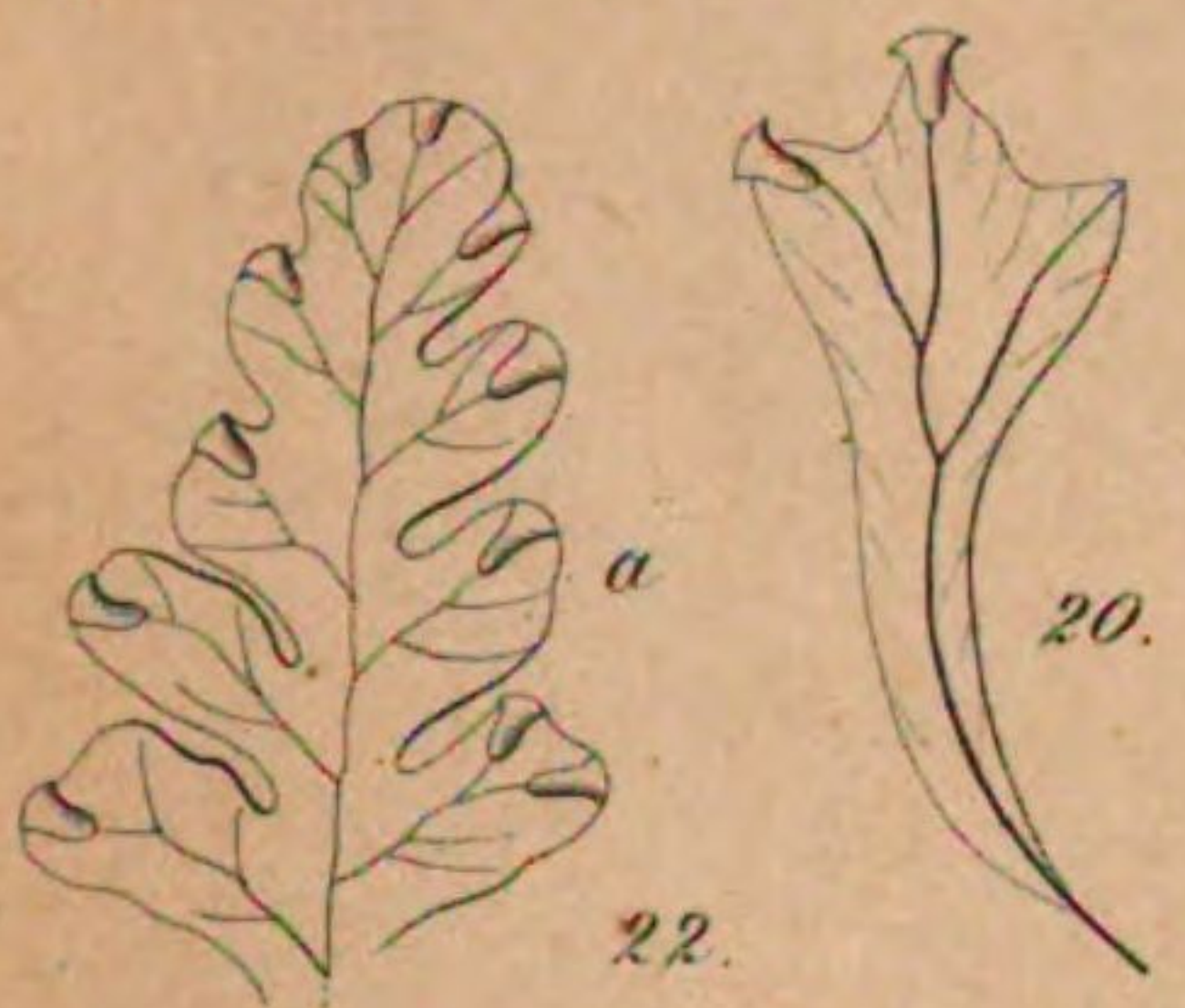
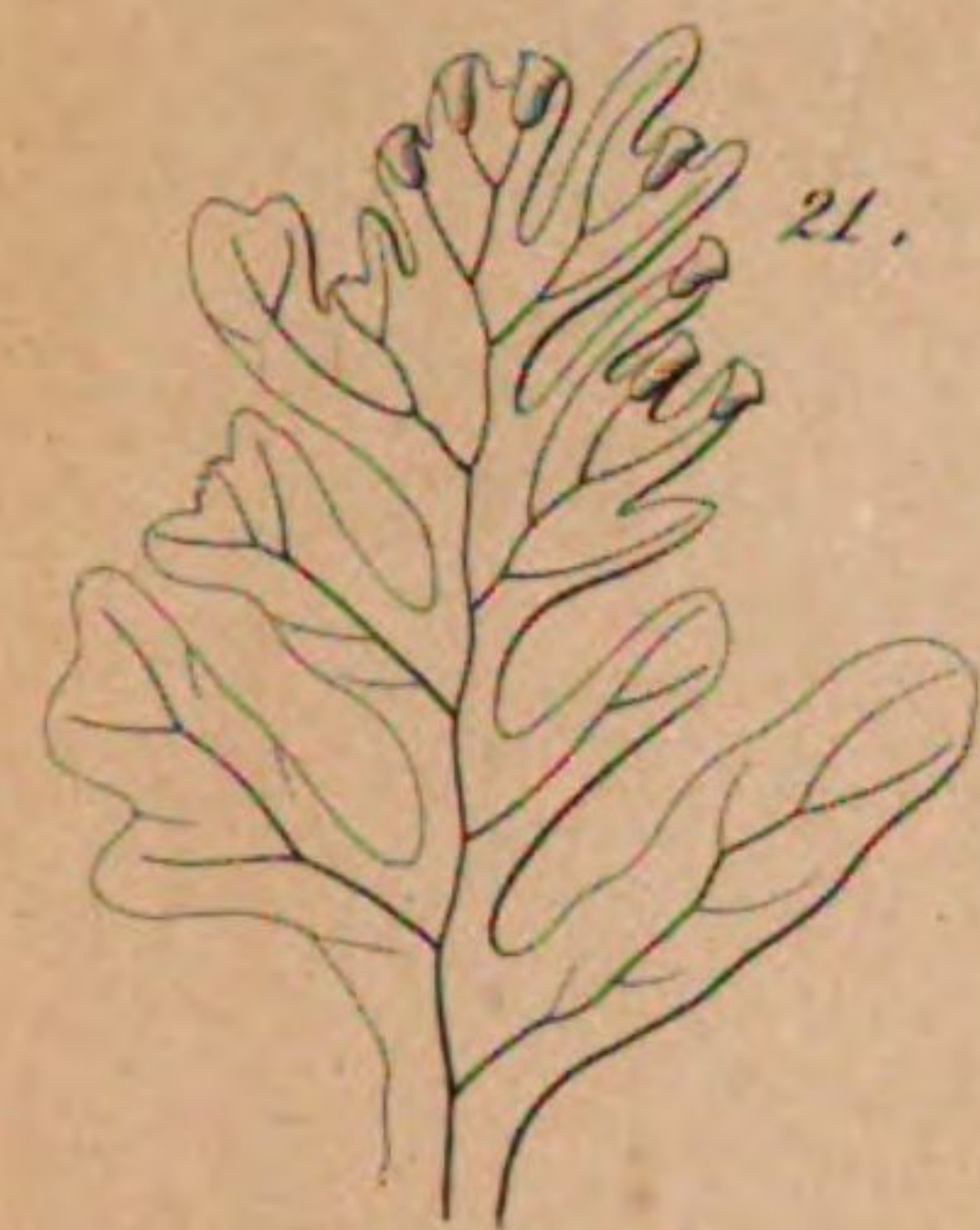
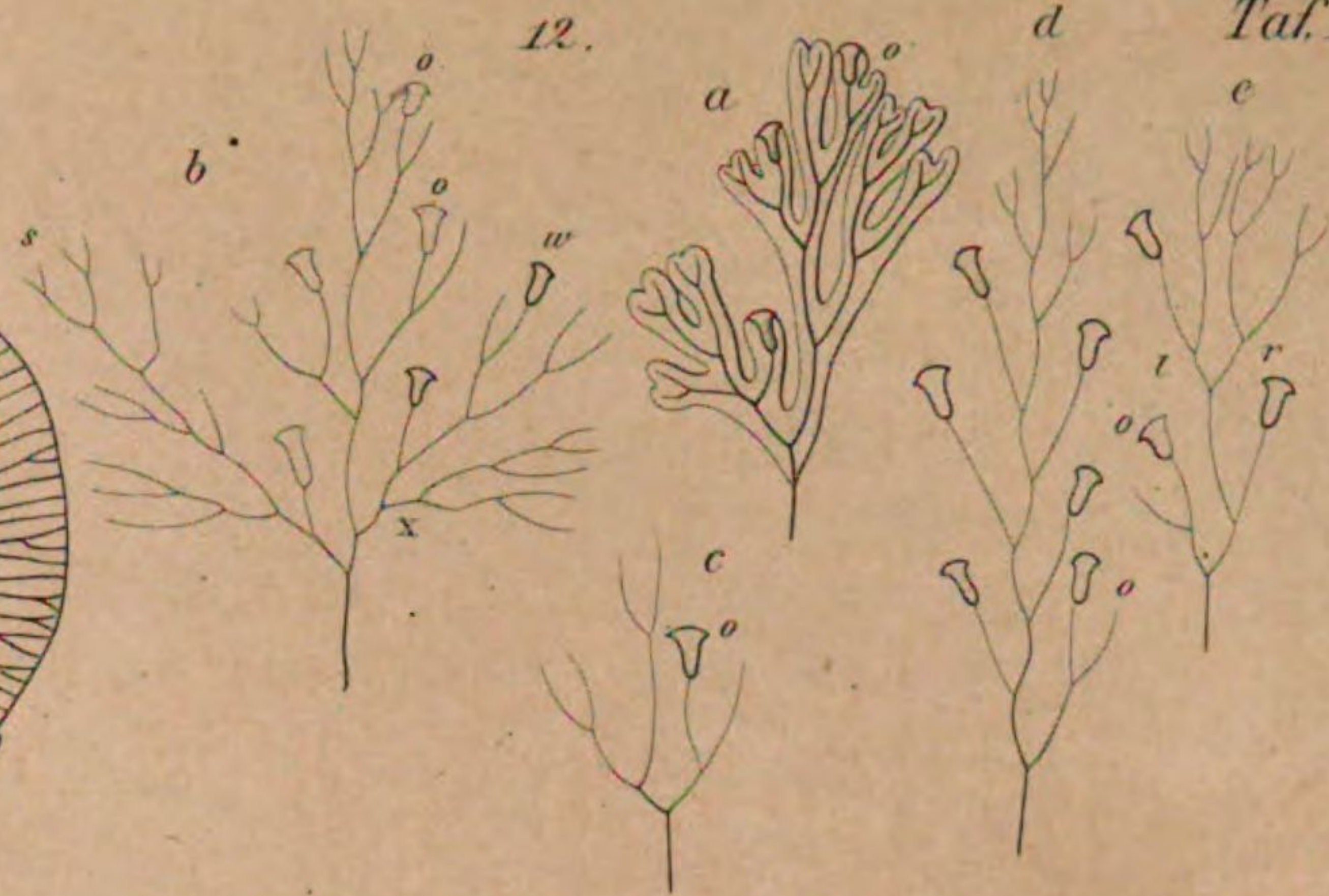
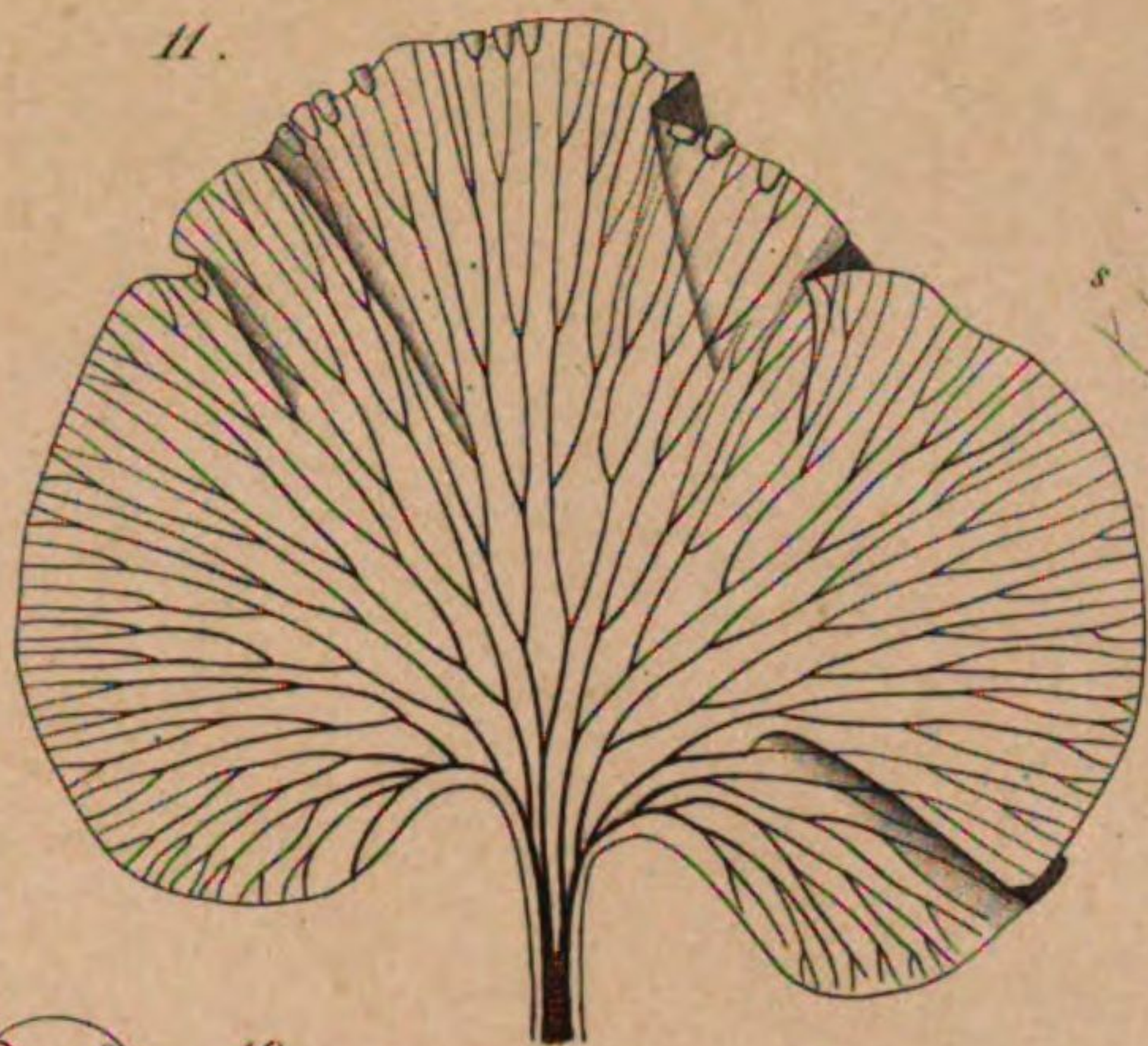
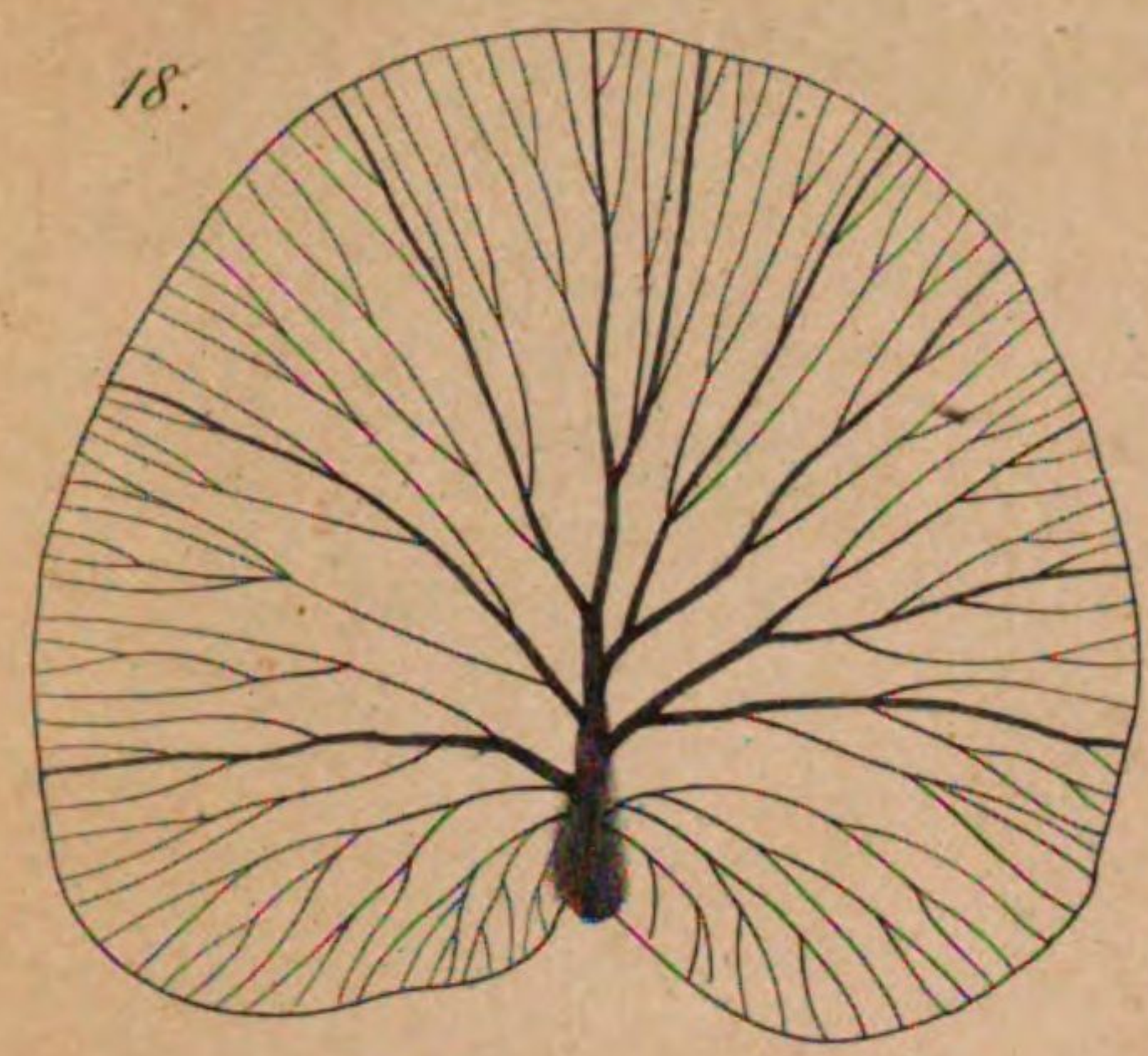
- Fig. 111—121. *Trichomanes speciosum*, an Aussaaten frischer Sporen beobachtet. — Vergr. 150.
- Fig. 111. Reife Spore, schräg vom Scheitel gesehen.
- Fig. 112. Beginn der Keimung, in ähnlicher Lage.
- Fig. 113. Etwas mehr vorgeschrittene Keimung, vom Scheitel gesehen, *ex* das Exosporium.
- Fig. 114. Keimung mit scheitelständigem Rhizoid (*rh*).
- Fig. 115. Ähnliche Bildung.
- Fig. 116. Das Rhizoid (*rh*) steht der einen Papille näher; *s* der Sporenraum.
- Fig. 117. Das Rhizoid (*rh*) von unsicherem Ursprung.
- Fig. 118. Aelteres Stadium; *p* grüner Prothallienfaden, *rh* Rhizoid, *s* Sporenraum.
- Fig. 119. Junges Prothallium mit Verzweigung; an der Sporenzelle entspringen drei Prothallienfäden und ein scheitelständiges Rhizoid.
- Fig. 120. Ähnliches Prothallium.
- Fig. 121. An der Sporenzelle *s* nimmt das Rhizoid die Stelle eines Prothalliumstrahles ein.

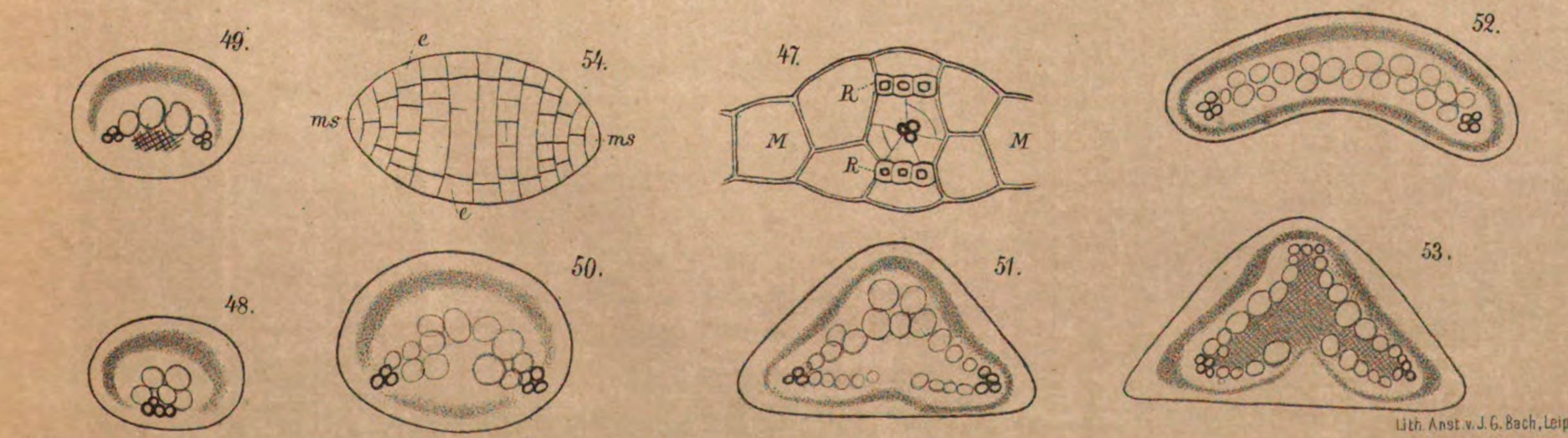
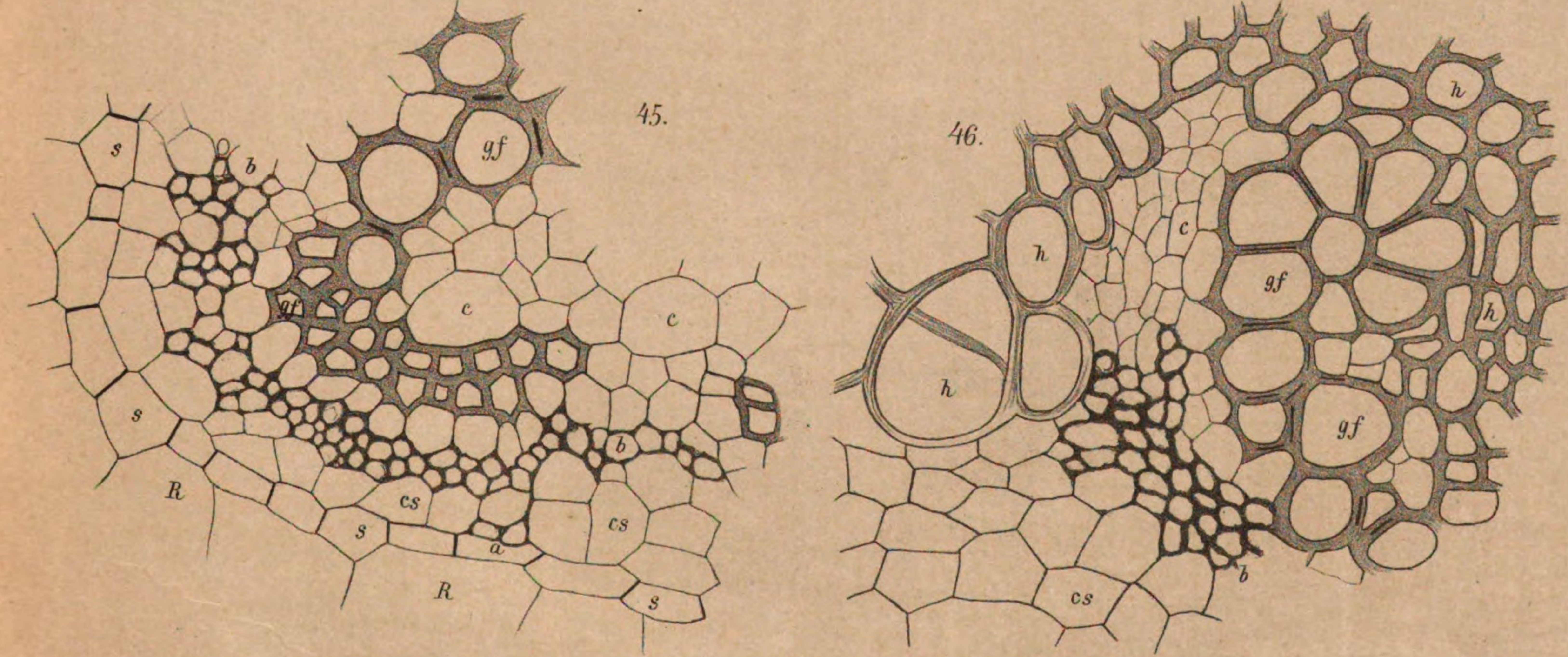
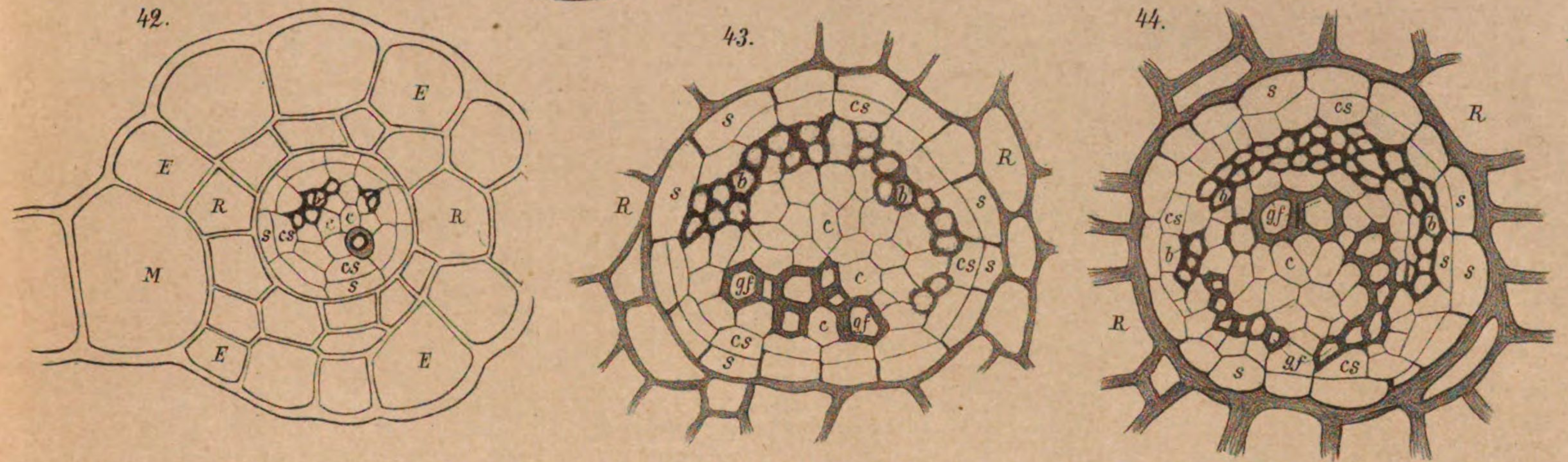
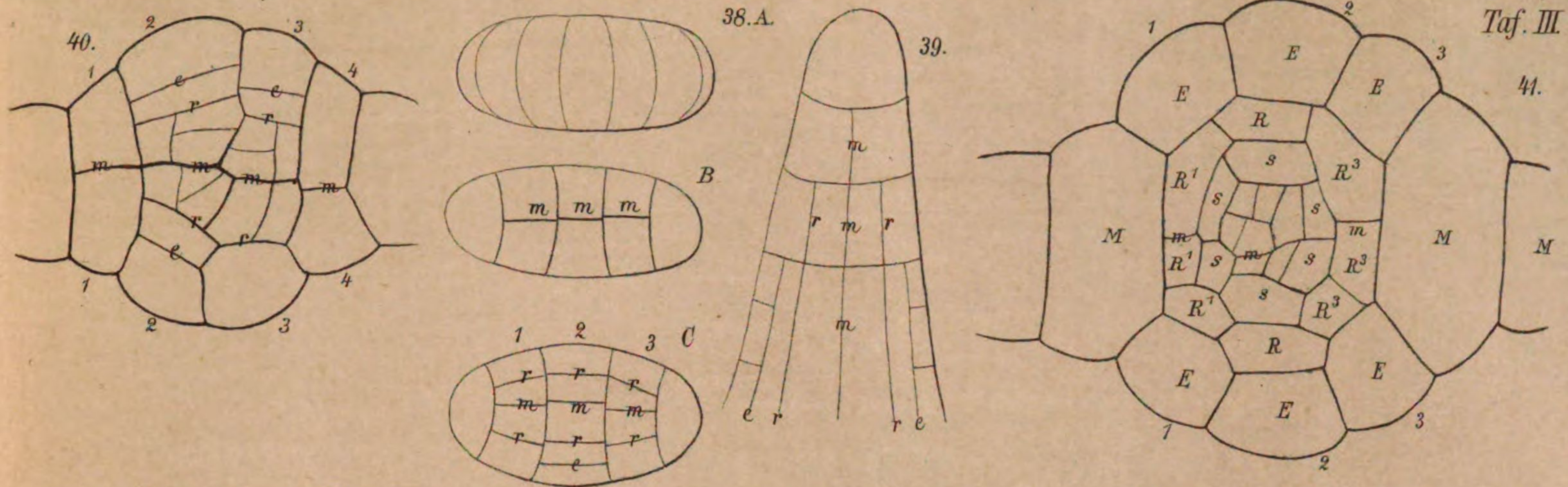
Fig. 122—123. *Trichomanes Schmidianum*, der getrockneten Pflanze aufsitzend. — Vergr. 150.

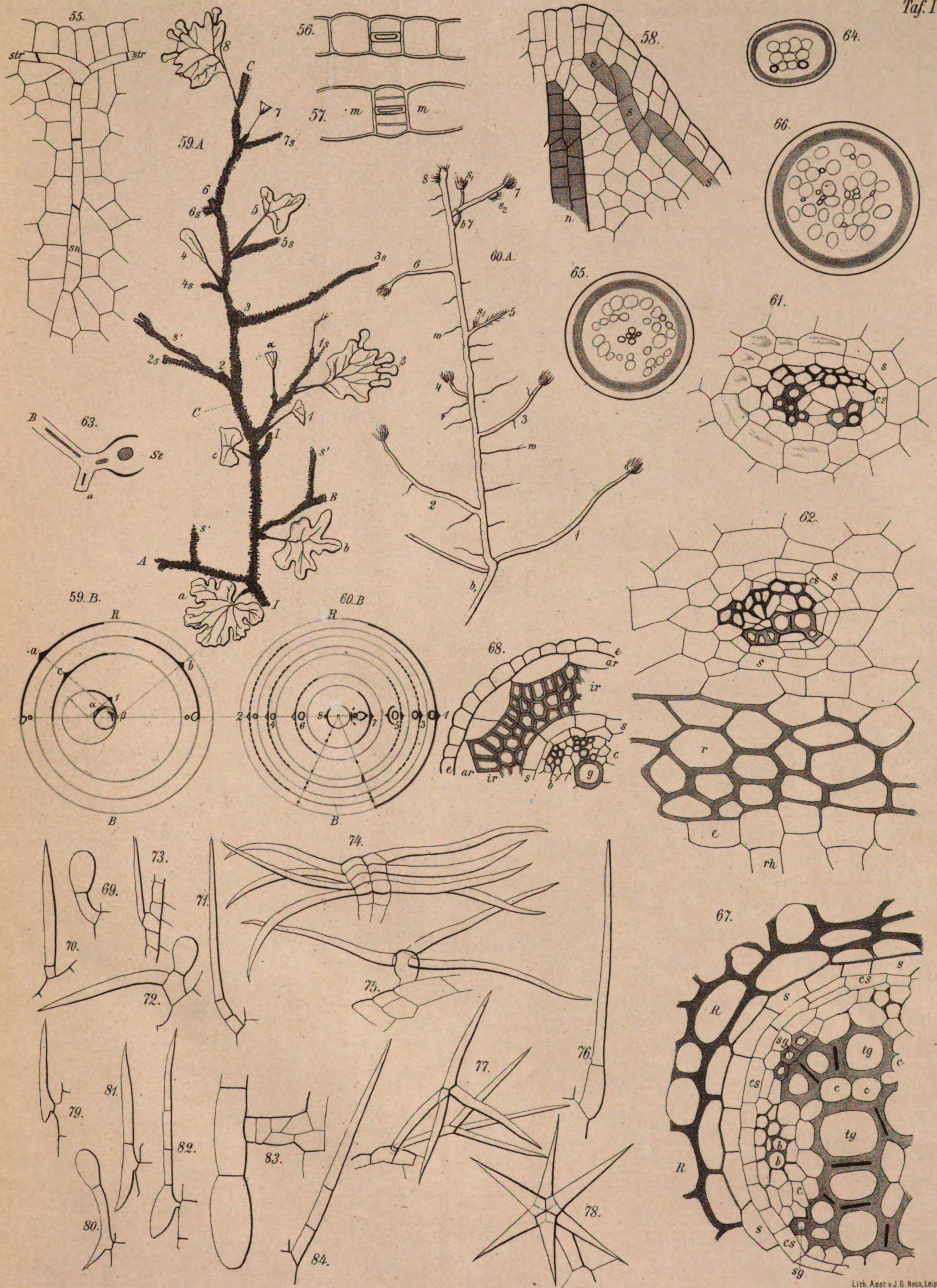
Fig. 124. *Hymenophyllum elegans*, der getrockneten Pflanze aufsitzend. Beginn der Keimung. — Vergr. 150.

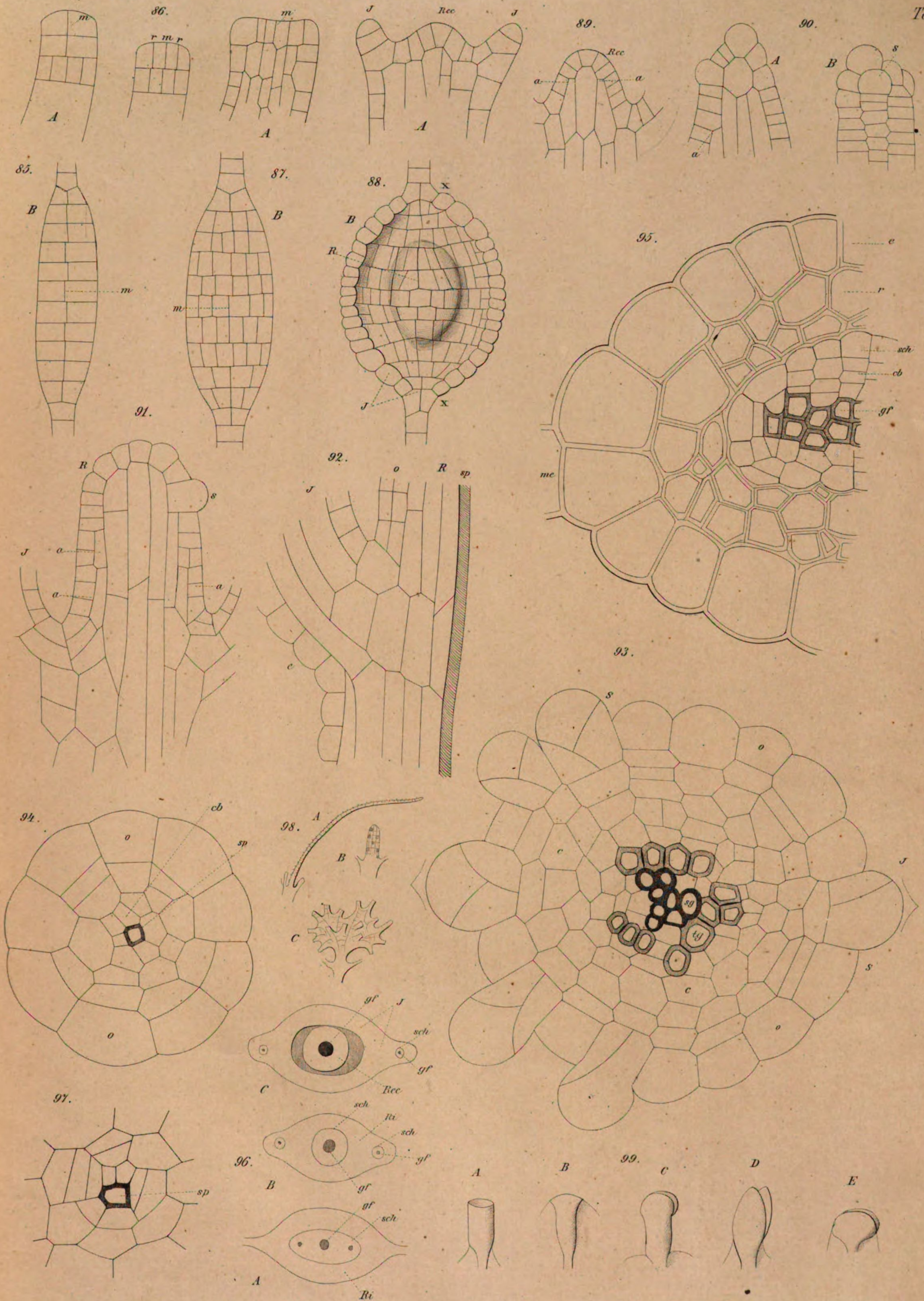
- Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig

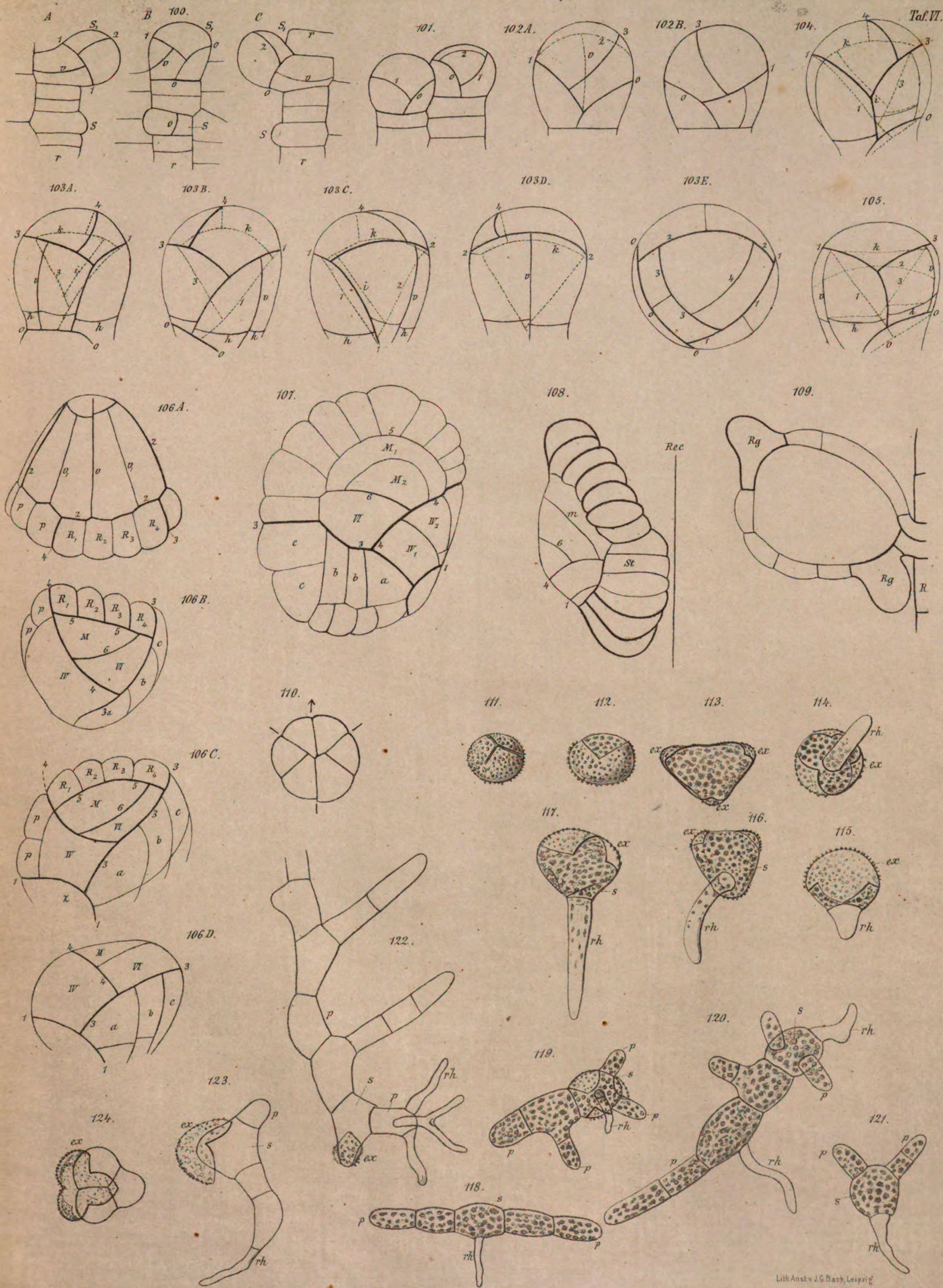












Bei Wilhelm Engelmann in Leipzig erschien ferner:

Handbuch der physiologischen Botanik

in Verbindung mit

A. de Bary, Th. Irmisch und J. Sachs

herausgegeben von

Wilhelm Hofmeister.

4 Bände. Mit zahlreichen Holzschnitten. gr. 8. brosch.

Erschienen sind:

1. Band. 1. Abtheilung. **Die Lehre von der Pflanzenzelle** von Wilhelm Hofmeister. Mit 57 Holzschnitten. 1867. M. 9.
1. - 2. Abtheilung. **Allgemeine Morphologie der Pflanzen** von Wilh. Hofmeister. Mit 134 Holzschnitten. 1868. M. 5. 60 Pf.
2. - 1. Abtheilung. **Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomiceten** von Dr. A. de Bary. Mit 101 Holzschnitten und 1 Kupfertafel. 1866. M. 7. 60 Pf.
2. - 2. Abtheilung. **Die Vegetationsorgane der Phanerogamen und der Farne** von Dr. A. de Bary. Mit zahlreichen Holzschnitten. (Erscheint 1876.)
3. - **Geschlechtliche Fortpflanzung der Phanerogamen.** Bildungsgeschichte der Blüthe, der Frucht und des Samens von W. Hofmeister, ca 32 Bogen mit ca. 40 Holzschnitten. (Erscheint 1876.)
4. - **Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen.** Untersuchungen über die allgemeinsten Lebensbedingungen der Pflanzen und die Functionen ihrer Organe. Von Julius Sachs. Mit 53 Holzschnitten. 1865. M. 11.

Das mechanische Princip

im anatomischen Bau der

MONOCOTYLEN.

Mit vergleichenden Ausblicken auf die übrigen Pflanzenklassen.

Von

Dr. S. Schwendener,

Prof. der Botanik in Basel.

Mit 13 Holzschnitten und 14 lithographirten Tafeln in Farbendruck.

gr. 8. 1874. br. M. 12.

Die Lemnaceen.

Eine monographische Untersuchung

von

Dr. Friedrich Hegelmaier.

Mit 16 lithographirten Tafeln. 4. 1868. M. 17.

DIE MYCETOZOEN

(Schleimpilze)

Ein Beitrag zur Kenntniss der niedersten Organismen

von

Dr. A. de Bary,

Professor an der Universität in Halle.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Mit 6 Kupfertafeln. gr. 8. 1864. br. M. 8.

Lehrbuch der Botanik.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft bearbeitet von

Dr. Julius Sachs,

ordentl. Professor der Botanik in Würzburg.

Vierte umgearbeitete Auflage. Mit 492 Holzschnitten.

gr. 8. 1874. br. M. 14. 75 Pf.

Lehrbuch

der

BOTANIK

für Mittelschulen.

Von

Dr. K. Prantl,

Privatdocent und Assistent am Botanischen Institut in Würzburg.

Bearbeitet unter Zugrundlegung des Lehrbuchs der Botanik von Julius Sachs.

Mit 186 Holzschnitten. gr. 8. 1874. br. M. 3.

Die Vegetation der Erde

nach ihrer klimatischen Anordnung.

Ein Abriss der vergleichenden Geographie der Pflanzen.

Von

A. Grisebach.

Zwei Bände: Mit einer Uebersichtskarte der Vegetationsgebiete.

Nebst einem vollständigen Register über das ganze Werk.

8. 1872. br. M. 12.

Die Befruchtung der Blumen durch Insekten

und die gegenseitigen Anpassungen beider.

Ein Beitrag zur Erkenntniss des ursächlichen Zusammenhanges
in der organischen Natur.

Von

Dr. Hermann Müller,

Oberlehrer an der Realschule erster Ordnung zu Lippstadt.

Mit 152 Abbildungen in Holzschnitt.

gr. 8. br. M. 9.

Blüthendiagramme

construirt und erläutert von

Dr. A. W. Eichler,

ord. Professor der Botanik an der Universität zu Kiel.

1. Lieferung. Einleitung. Gymnospermen. Monocotylen und sympetale Dicotylen.

Mit 176 Holzschnitten. gr. 8. 1875. br. M. 9.

Das Mikroskop.

Theorie und Anwendung desselben.

Von

Carl Nägeli,

Professor in München.

und

S. Schwendener,

Docent der Botanik in München.

Mit 276 Holzschnitten. gr. 8. brosch. M. 11. 40 Pf.

Prantl, Karl,

Untersuchungen zur Morphologie der Gefäßkryptogamen

Bd.: I

Leipzig 1875

4 Phyt. 242 ag-1/2

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11311732-0